This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

Imprimerie POLLEUNIS & CEUTERICK, 30, rue des Orphelins, Louvain
Même maison à Bruxelles, 37, rue des Ursulines.

et de la continuité entre l'état liquide et l'état gazeux. M. J. H. van 't Hoff accroissait par ses découvertes toutes les branches de la Chimie-Physique.

Les principes sur lesquels repose la Chimie-Physique menacent d'une révolution les vieux systèmes cosmologiques ; les conséquences de cette science font prévoir des bouleversements dans les procédés de l'industrie chimique (1). Une nation qui aspire à l'hégémonie à la fois dans le monde intellectuel et dans le monde économique devait, nécessairement, revendiquer la première place en Physico-Chimie et, pour parvenir à cette place, s'assurer le concours d'un guide capable de l'y conduire. L'Allemagne ravit donc M. J. H. van 't Hoff à Amsterdam et l'amena à Berlin.

L'Académie des Sciences de Berlin reçut M. van 't Hoff au nombre de ses membres et le pensionna ; le gouvernement lui confia un enseignement à l'Université avec le titre de professeur ordinaire, lui assura un laboratoire, le nomma à la direction de l'Institut de Physique de Charlottenbourg. Pendant ce temps, M. Bakhuis Roozboom montait, à Amsterdam, dans la chaire de M. van 't Hoff, et, à Leyde, M. Schreinemakers succédait à son maître.

Certes, l'Académie et l'Université de Berlin n'auront pas à regretter l'empressement avec lequel elles se sont adjoint le savant hollandais, ni la générosité avec laquelle elles l'ont traité. A l'une, il a communiqué des travaux originaux du plus haut intérêt, menés à bien dans son nouveau laboratoire ; à l'autre, il a donné un enseignement fécond en idées nouvelles.

En son laboratoire de Charlottenbourg, M. van 't Hoff s'est consacré jusqu'ici à cette branche de la Chimie-Physique où s'était illustré son émule, M. Bakhuis Roozboom. Le problème de statique chimique qu'il a abordé et à la solu-

(1) Nous renverrons le lecteur désireux de se renseigner sur ce point à notre brochure : *Une science nouvelle, la Chimie-Physique* (Paris, A. Hermann, 1899).

mique, c'est cette partie de la science à laquelle nous donnons le titre plus étendu de *Mécanique chimique ;* il y étudie aussi bien les conditions dans lesquelles un système chimique demeure en équilibre que les lois auxquelles est soumise la vitesse des réactions. La *Statique chimique*, au contraire, c'est, pour M. J. H. van 't Hoff, l'étude des propriétés de l'individu chimique considéré en lui-même, indépendamment des conditions dans lesquelles il se forme ou se détruit ; les relations entre les poids moléculaires et les diverses propriétés physiques, les formules de constitution proposées par la théorie atomique et la stéréochimie, les lois des formes cristallines sont autant de sujets qui ressortissent à la Statique chimique.

Image fidèle d'un enseignement improvisé par un homme de génie, les *Leçons de Chimie-Physique* reproduisent l'animation d'un cours, avec ses digressions, ses retours en arrière, ses échappées vers des idées entrevues; il ne leur faut point demander la régularité, l'ordre, les majestueuses proportions d'un traité. Ceux dont l'esprit est surtout frappé par l'enchaînement logique et la belle ordonnance d'une théorie, s'en plaindront peut-être ; mais ceux qui aiment à pénétrer intimement la vie intellectuelle d'un penseur, s'en réjouiront à coup sûr ; ce n'est pas à ce livre que devront s'adresser les commençants, désireux d'acquérir des connaissances élémentaires, bien claires et bien exactement rangées, touchant les principes de la Physico-Chimie ; mais les chercheurs, qui aiment les aperçus entr'ouverts, les problèmes à résoudre, les questions à méditer, le liront passionnément ; si je n'avais une profonde horreur des mots anglais qui veulent se faire naturaliser français, je caractériserais ces leçons en les déclarant *suggestives* au plus haut point.

Nous avons pensé que plus d'un lecteur de la REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES aimerait à trouver ici, sinon un abrégé de toutes les questions traitées dans ces leçons, au moins un court exposé de celles qui portent surtout la

correspondent à des propriétés physiques différentes, souvent même à des fonctions chimiques différentes.

Énumérer et former toutes les formules développées qui correspondent à une formule brute donnée, en d'autres termes énumérer tous les isomères possibles d'un corps donné et présenter leurs formules de constitution, devient alors un simple problème de mathématiques et, proprement, de cette partie des mathématiques que Leibniz a nommée *analysis situs*. Ces formules de constitution, une fois tracées, marquent à partir de quels corps et par quelles substitutions on peut parvenir à chacun des isomères prévus et, par là, elles guident le chimiste vers la réalisation de ces corps.

Rappellerai-je les éclatants succès de cette méthode ? La classification, par M. Kékulé, des alcools de la série grasse en alcools normaux et non normaux, en alcools primaires, secondaires et tertiaires ? Ou bien encore la classification, plus merveilleuse encore, des dérivés de la benzine, l'énoncé prophétique et mille fois vérifié de cette loi : tout dérivé bisubstitué de la benzine présente trois formes isomériques ?

Malgré sa fécondité, chaque jour plus étonnante, la notation atomique se heurtait à une catégorie spéciale d'isoméries qu'elle demeurait impuissante à représenter.

Prenons un tartrate, le tartrate de sodium par exemple ; ce corps présente deux variétés ; identiques en beaucoup de leurs propriétés : densité, solubilité dans l'eau, ces deux variétés s'opposent nettement l'une à l'autre par un certain caractère optique ; si l'on place sur le trajet d'un rayon de lumière polarisée une cuve contenant une dissolution de la première variété, le plan de polarisation du rayon tourne autour de ce rayon, et *de gauche à droite*, d'un certain angle ; si l'on intercepte le même rayon par la même cuve, contenant une solution également concentrée de la seconde variété, le plan de polarisation tourne encore autour du rayon et du même angle, mais

de droite à gauche ; les dissolutions des deux variétés de tartrate de sodium ont des *pouvoirs rotatoires* égaux, mais de sens inverse ; la première variété se nomme le *tartrate droit* et la seconde variété le *tartrate gauche.*

Le tartrate de sodium droit et le tartrate de sodium gauche peuvent tous deux être obtenus sous forme cristalline par évaporation de leurs dissolutions respectives ; les cristaux des deux variétés offrent, au premier abord, la plus grande ressemblance ; si cependant, comme l'a fait Pasteur — et c'est une de ses plus belles découvertes — on les examine avec soin, on ne tarde pas à reconnaître qu'un cristal de tartrate droit n'affecte jamais la forme d'un solide superposable à un cristal de tartrate gauche ; les facettes qui limitent ces deux variétés de cristaux sont tellement agencées, qu'il existe entre les deux variétés exactement les mêmes rapports qu'entre la main droite et la main gauche ; ou, si l'on préfère, un cristal de tartrate gauche est identique à l'image d'un cristal de tartrate droit vu dans un miroir.

De ce genre d'isomérie, que nous venons de rencontrer en étudiant le tartrate de sodium, il existe en chimie organique de très nombreux exemples.

Or, la notation atomique est impuissante à représenter ce genre d'isomérie ; du tartrate de sodium, par exemple, elle ne peut donner deux formules développées différentes; par quelque substitution que l'on parvienne à ce corps, les atomes de carbone, d'hydrogène, d'oxygène, de sodium se trouvent toujours en même nombre et reliés entre eux de la même manière.

Ne pourrait-on substituer à la notation atomique une autre notation plus parfaite, susceptible de plus de pénétration, qui, sans rien perdre des avantages de l'ancienne notation, ferait correspondre des schémas différents à deux isomères doués de pouvoirs rotatoires inverses, à ce que l'on nomme aujourd'hui deux *antipodes optiques ?* C'est la question que cherchèrent à résoudre, presque

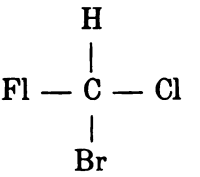
simultanément, M. Lebel, en France, et M. J. H. van 't Hoff, en Hollande.

Visiblement guidés par les travaux cristallographiques de Pasteur, ils cherchèrent à construire, pour chacun des deux antipodes optiques, des symboles de constitution tels que le symbole de l'un fût le reflet dans un miroir du symbole de l'autre. Pour y parvenir, ils ne devaient plus se contenter des notions employées jusque-là dans les formules de constitution, où la nature des divers atomes et les liaisons qu'ils échangent entre eux étaient seules prises en considération ; faites, en effet, réfléchir dans un miroir une des anciennes formules de constitution : l'image et l'objet présenteront les mêmes atomes, échangeant entre eux les mêmes liaisons ; au point de vue de l'*analysis sitûs*, la formule donnée et la formule réfléchie seront identiques. M. Lebel et M. van 't Hoff devaient donc, de toute nécessité, aux éléments de représentation employés jusque-là et empruntés à *l'analysis sitûs*, adjoindre un élément nouveau qui fût emprunté à la géométrie. C'est ce qu'ils firent.

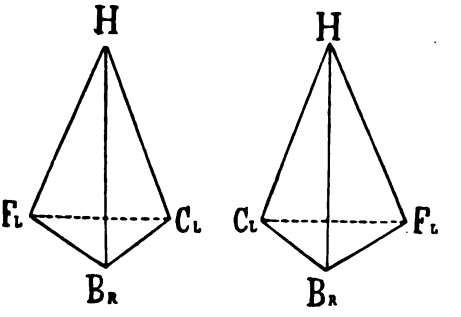
Au lieu de représenter les quatre valences dont un atome de carbone est doué, dans la plupart des combinaisons organiques, par quatre traits issus d'un point, ils convinrent de les représenter par quatre traits respectivement issus des quatre sommets d'un *tétraèdre*.

Dès lors, on voit sans peine que tout corps où deux au moins des valences de l'atome de carbone tétraédrique seront saturées par des atomes ou des groupes d'atomes identiques, sera représenté par un schéma exactement superposable à son image dans un miroir; mais il n'en sera plus de même, si les quatre valences du carbone tétraédrique sont saturées par quatre atomes ou quatre groupes d'atomes différents ; dans ce cas, en disposant convenablement les symboles de ces quatre atomes aux sommets du tétraèdre, on obtiendra deux figures symétriques l'une de l'autre, mais non superposables.

Supposons, par exemple, que les quatre valences de l'atome de carbone soient respectivement saturées par un atome d'hydrogène, un atome de chlore, un atome de brôme et un atome de fluor; nous avons affaire à un composé, le chloro-bromo-fluo-méthane, auquel l'ancienne notation atomique attribuait la formule développée



qui ne comporte pas d'isomère; la *stéréochimie*, au contraire, peut représenter également ce composé par deux formules symétriques, mais non superposables, qui sont les suivantes :



Ces deux formules sont susceptibles de représenter deux antipodes optiques; et, en effet, il existe deux chloro-bromo-fluo-méthanes, doués de pouvoirs rotatoires égaux, mais inverses l'un de l'autre.

L'emploi d'un symbole tétraédrique pour représenter l'atome quadrivalent du carbone permet donc, dans certains cas, de construire pour un corps de même composition, de même constitution chimique, deux symboles symétriques l'un de l'autre, mais non superposables; ce procédé

fournit-il une représentation satisfaisante de ces phénomènes d'isomérie où les deux isomères ont des pouvoirs rotatoires égaux, mais inverses? Répondre affirmativement à cette question, c'est, précisément, établir les deux lois suivantes :

1° *Toutes les fois qu'un composé chimique peut se présenter sous deux formes, antipodes optiques l'une de l'autre, la stéréochimie peut figurer la constitution de ce corps par deux schémas symétriques, mais non superposables.*

2° *Toutes les fois que la stéréochimie représente la constitution d'un corps par deux schémas symétriques, mais non superposables, ce corps se présente sous deux formes isomériques, antipodes optiques l'une de l'autre.*

La vérification de la première loi ne présente guère de difficultés ; on peut dire que cette vérification est contemporaine des débuts de la stéréochimie ou, plus exactement, qu'elle lui a donné naissance ; c'est parce que l'on peut faire correspondre à chacun des couples d'antipodes optiques découverts par la chimie deux schémas symétriques et non superposables, que M. Lebel et M. J. H. van 't Hoff ont posé la stéréochimie comme théorie générale.

Plus difficile, mais aussi plus probante pour la théorie, est la vérification de la seconde loi ; et cette vérification elle-même comprend deux parties.

En premier lieu, tout corps doué du pouvoir rotatoire et, par conséquent, représenté par un symbole stéréochimique non superposable à son symétrique, suppose l'existence d'un second corps ayant précisement pour symbole ce symétrique et qui sera antipode optique du premier. Si donc la chimie nous fournit un corps doué de pouvoir rotatoire et faisant tourner le plan de polarisation de gauche à droite, comme le *glucose*, qu'on nomme aussi *dextrose*, elle doit également nous fournir un corps, isomère du précédent, et faisant tourner le plan de polarisation de droite à gauche ; tout *dextrose* suppose un *lævu-*

lose; la recherche de l'antipode optique de toute substance, douée de pouvoir rotatoire doit aboutir; semblable recherche avait déjà été entreprise avec succès par Pasteur; depuis les travaux de ce grand cristallographe, elle est parvenue à compléter un grand nombre de couples d'antipodes optiques.

En second lieu, tout corps dont la formule de constitution peut prendre, en stéréochimie, deux dispositions symétriques et non superposables, doit être doué du pouvoir rotatoire, et présenter deux isomères optiquement inverses l'un de l'autre. Or, il arrive fort souvent que la synthèse d'un semblable corps ne donne nullement une substance douée de pouvoir rotatoire, mais une substance privée de ce pouvoir ou, comme l'on dit volontiers, *inactive*. De semblables faits sont, pour la théorie stéréochimique, de graves objections qu'il lui faut résoudre; elle y parvient avec bonheur, en s'aidant d'idées créées par Pasteur.

Il peut arriver que la substance inactive en apparence soit, en réalité, un mélange en quantités égales des deux antipodes optiques; en évaporant une solution d'une semblable substance, on obtiendra non pas une seule espèce de cristaux, mais des poids égaux de deux espèces de cristaux, les cristaux d'une espèce étant symétriques des cristaux de l'autre espèce, mais ne leur étant pas superposables; il suffira de trier ces cristaux, de manière à séparer l'une de l'autre les deux espèces, et de les redissoudre isolément pour obtenir deux dissolutions, douées de pouvoir rotatoire, et optiquement inverses l'une de l'autre.

Il peut arriver aussi que la substance inactive obtenue soit une combinaison chimique contractée, molécule à molécule, par les deux antipodes optiques que l'on voulait obtenir; dans ce cas, la solution, évaporée, ne donne plus deux espèces de cristaux; les cristaux obtenus ont tous la même forme et cette forme est identique à son image dans un miroir. Pasteur avait déjà montré que les sels inactifs

connus sous le nom de *racémates* résultaient de la combinaison à poids égaux d'un tartrate droit et d'un tartrate gauche ; de là le nom de *combinaison racémique* donné au corps inactif qu'engendrent deux antipodes optiques en se combinant molécule à molécule. Dédoubler en leurs deux composants optiquement inverses les substances inactives que la stéréochimie conduit à regarder comme des combinaisons racémiques, tel doit être le but poursuivi par les tenants de la nouvelle doctrine ; leurs efforts vers ce but ont été persévérants et conduits par des méthodes extrêmement ingénieuses ; très souvent, le succès a couronné ces efforts ; par ces succès, la représentation stéréochimique a conquis la marque de fécondité qui, seule, justifie pleinement les symbolismes scientifiques, la marque qui avait rallié tous les suffrages à sa devancière, la notation atomique ; non seulement elle a servi à classer les vérités déjà connues, mais encore elle a été instrument de découvertes.

Je viens de prononcer les mots de *symbolisme scientifique ;* et, en effet, dans ce qui précède, fidèle aux idées que j'ai développées ici même à propos de la notation atomique, j'ai assigné comme objet propre à la stéréochimie la création d'une *notation*, la construction de *schémas* aptes à *figurer* des vérités d'ordre expérimental ; à ces schémas, je n'ai attribué aucune parenté avec la constitution même de la matière, aucun pouvoir de nous révéler le *quid proprium* des combinaisons chimiques. A cet égard, ma manière de voir est-elle conforme à celle de M. J. H. van 't Hoff ? Le savant professeur d'Amsterdam et de Berlin partage-t-il, à l'endroit de la réelle existence des molécules et des atomes, mon invincible scepticisme ? N'est-il point, au contraire, convaincu qu'au fond du composé chimique, il y a une structure, un édifice, dont les atomes indestructibles des corps composants sont les matériaux ? que les recherches chimiques peuvent nous dévoiler peu à peu le plan de cet édifice, et que la théorie

du carbone tétraédrique nous achemine à la connaissance de ce plan ? Je n'oserais le nier, car M. van 't Hoff ne donne nulle part, en son livre, les représentations stéréochimiques pour de simples symboles ; je n'oserais non plus l'affirmer, de peur de prendre au pied de la lettre ce qu'il n'a peut-être voulu dire qu'au figuré.

Quoi qu'il en soit, si je n'ai pas rendu toute sa pensée, j'ai conscience de ne lui avoir rien attribué qu'il ne pense, et ce que je lui ai attribué est suffisant pour lui assurer l'admiration de tous les chimistes.

III

Si la première grande idée de M. J. H. van 't Hoff appartient à ces doctrines où les uns prétendent reconnaître des essais faits pour pénétrer jusqu'au cœur même de la matière et en deviner la structure intime, tandis que les autres n'y veulent voir que des symboles propres à figurer et à classer les faits, la seconde découverte du grand physicien ne saurait prêter à la même divergence d'interprétation ; elle ressortit, en effet, à ces théories thermodynamiques où l'on se propose de ramener à un petit nombre de principes abstraits, exprimés dans le clair langage de l'algèbre, les lois qui régissent les changements d'état des corps, mais où l'on ne prétend pas donner à ces lois plus de certitude ou plus de pénétration que ne leur en confère la méthode expérimentale.

Depuis des siècles, on sait qu'il est des réactions chimiques qui dégagent de la chaleur et d'autres qui en absorbent ; aussitôt que la chimie a commencé à prendre conscience de ses principes, on a compris que l'opposition entre les réactions *exothermiques* et les réactions *endothermiques*, devait être une opposition très profonde et devait se marquer par des caractères autres que le signe de la quantité de chaleur mise en jeu. Mais quels sont ces

caractères ? Les chimistes ont mis un siècle à les fixer avec précision ; l'histoire des opinions émises à ce sujet présente trois périodes.

A la première période appartient le mémoire, à jamais célèbre, où Lavoisier et Laplace traitent de la chaleur. Pour ces deux physiciens, toute réaction qui dégage de la chaleur est une combinaison, toute réaction qui absorbe de la chaleur est une décomposition ; si certaines décompositions paraissent dégager de la chaleur, c'est par suite d'une illusion : la décomposition qui absorbe en réalité une certaine quantité de chaleur, est accompagnée d'une combinaison qui dégage une quantité de chaleur encore plus grande et masque l'effet de la première réaction.

Longtemps en faveur, cette théorie dut disparaître lorsque Favre et Silbermann eurent démontré que certaines décompositions, parfaitement isolées de toute combinaison, étaient accompagnées d'un dégagement de chaleur. Il fallut désormais admettre qu'une réaction exothermique pouvait être une décomposition, qu'une réaction endothermique pouvait être une combinaison ; entre les réactions exothermiques et les réactions endothermiques, on chercha une opposition d'une autre nature.

La théorie thermochimique, proposée au milieu du siècle par M. Julius Thomsen, consistait essentiellement à distinguer les réactions exothermiques des réactions endothermiques par un caractère nouveau ; selon cette théorie, les réactions exothermiques sont les seules qui puissent se produire directement ; les réactions endothermiques sont impossibles d'elles-mêmes ; si l'on veut produire une telle réaction, il faut produire en même temps une réaction exothermique dégageant plus de chaleur que la première n'en absorbe.

A la Thermochimie d'abord triomphante, l'expérience opposa des démentis de plus en plus nets et de plus en plus nombreux ; on vit se multiplier les exemples de réactions qui se produisent d'elles-mêmes tout en absorbant de la

transformation, il ne peut se produire que des réactions endothermiques.

Loi bien simple, mais grosse de conséquences.

Supposons que l'on abaisse de plus en plus la température, jusqu'à la faire tomber au-dessous du point de transformation de chacun des systèmes que l'on peut rencontrer ; on n'observera plus que des réactions exothermiques, comme le voulait la thermochimie ; en sorte que la thermochimie apparaît comme la *chimie des basses températures.*

Supposons, au contraire, que l'on élève la température jusqu'à lui faire surpasser les points de transformation de tous les systèmes ; toutes les réactions possibles seront endothermiques ; la loi fondamentale de l'ancienne thermochimie sera remplacée par la proposition inverse ; on comprend ainsi comment H. Sainte-Claire Deville, en créant la *chimie des hautes températures*, a amené la chute de la thermochimie et l'avènement de la mécanique chimique nouvelle.

Mais ces graves conséquences, nous les énonçons ici sous une forme entièrement générale et J. Moutier ne les a établies que pour une classe particulière de systèmes, les systèmes univariants. Sont-elles vraies pour les autres systèmes ? C'est à cette question que répond la seconde grande découverte de M. J. H. van 't Hoff, le *principe du déplacement de l'équilibre par variation de la température.* Ce principe fut énoncé par M. van 't Hoff quelques années seulement après les recherches de Moutier ; mais celles-ci, à peu près ignorées même des savants français, n'avaient exercé aucune influence sur les idées du chimiste d'Amsterdam.

Exactement complémentaire de la loi de J. Moutier, la loi de M. van 't Hoff s'applique à tous les systèmes chimiques, sauf aux systèmes univariants. Voici l'énoncé de cette loi :

Un système chimique est en équilibre stable à une

certaine température ; sa composition est déterminée. Élevons quelque peu la température ; l'équilibre du système est d'abord troublé ; il s'y produit une petite réaction qui, finalement, ramène le système à un état d'équilibre et lui assure la composition qui convient à la nouvelle température. Or, *la réaction ainsi produite est toujours une réaction endothermique.*

Supposons que notre système chimique renferme un composé exothermique mêlé aux éléments capables de lui donner naissance ; à une certaine température, le système, en équilibre stable, contient une certaine quantité du corps composé ; élevons la température ; une certaine réaction devra se produire qui donnera au système sa nouvelle composition d'équilibre ; et comme cette réaction doit être endothermique, elle consistera nécessairement en la destruction d'une partie du corps composé. Donc, un système chimique qui renferme un composé exothermique mêlé à ses éléments, et qui est en équilibre stable, contient une quantité du composé d'autant moindre que la température est plus élevée.

Au contraire, un système chimique qui renferme un composé endothermique mêlé à ses éléments, et qui est en état d'équilibre stable, contient une quantité d'autant plus grande du corps composé que la température est plus élevée.

On voit par là qu'aux très basses températures, les composés exothermiques sont en équilibre stable et ne peuvent se décomposer ; les composés endothermiques, au contraire, ne peuvent se former aux dépens de leurs éléments, qui sont en équilibre stable ; les prévisions de la thermochimie sont vérifiées ; selon la formule saisissante de M. J. H. van 't Hoff, *le principe du travail maximum est vrai au zéro absolu.*

Au contraire, au fur et à mesure que la température s'élève, on voit les composés exothermiques se détruire de plus en plus, les composés endothermiques se former

aux dépens de leurs éléments ; de là, aux températures très élevées, ces dissociations de composés exothermiques, ces synthèses de composés endothermiques, titres de gloire de l'École de H. Sainte-Claire Deville, pierres d'achoppement insurmontables pour la thermochimie, éclatantes vérifications du principe de M. van 't Hoff.

La loi de Moutier, la loi de M. van 't Hoff, n'étaient nullement de ces lois dont la généralité éclate au premier abord ; à défaut d'autres preuves, le siècle d'efforts et de tâtonnements qui a précédé la découverte de ces lois témoigne de leur caractère caché ; en effet, nettement vérifiées aux températures élevées, elles sont, aux basses températures, latentes et comme sommeillantes ; sans doute, on n'observe jamais aucune réaction qui les contredise ; mais bon nombre de réactions dont elles annoncent la possibilité, ne se produisent pas ; aux états d'équilibre soumis aux lois de Moutier et de van 't Hoff, s'adjoignent une foule d'états d'équilibre que ces lois ne prévoient pas ; de ces *états de faux équilibre,* nous entretiendrons un jour, peut-être, les lecteurs de la Revue des Questions scientifiques ; leur en parler aujourd'hui nous entraînerait trop loin, hors des régions découvertes par M. J. H. van 't Hoff.

IV

Pénétrons dans une de ces régions, la troisième, et disons quelques mots des recherches du savant hollandais sur les propriétés des solutions infiniment diluées.

Entre les lois qui régissent les solutions infiniment diluées et les lois qui régissent les gaz parvenus à cet état d'extrême raréfaction que l'on nomme *l'état parfait*, existent de saisissantes analogies.

On connaît ces lois de l'état gazeux parfait auxquelles on donne les noms de loi de Mariotte et de loi de Gay-

Lussac. Si l'on multiplie le volume qu'occupe 1 gramme d'un gaz parfait par la pression qu'il supporte et si l'on divise ce produit par la température absolue, on obtient un nombre qui garde la même valeur en quelques circonstances que le gaz se trouve placé ; la valeur de ce nombre caractérise la nature du gaz étudié.

Prenons une solution extrêmement diluée, par exemple de l'eau très peu sucrée, où une très petite quantité de sucre de canne est répandue dans une très grande masse d'eau. De quelle manière peut-on appliquer à cette dissolution des propositions analogues aux lois de Mariotte et de Gay-Lussac ? Et d'abord, comment peut-on, en cette dissolution, discerner des grandeurs analogues à celles sur lesquelles portent les lois des gaz ?

La notion de température absolue garde, en un cas comme en l'autre, la même signification ; il n'y a point de difficulté à parler du volume qu'occupe 1 gr. de sucre de canne dissous : c'est le volume de la dissolution qui contient 1 gr. de sucre de canne ou, ce qui revient au même, puisque la dissolution est très étendue, le nombre de litres d'eau au sein desquels ce gramme de sucre de canne a été répandu ; mais où prendre la grandeur qui jouera ici le rôle que joue la pression dans l'étude des gaz parfaits ?

Tout le monde connaît la célèbre expérience de Dutrochet, démonstration classique des phénomènes d'*osmose*.

Une dissolution de gélatine dans l'eau remplit un vase dont le fond est formé d'une membrane animale ou végétale ; ce fond sépare la dissolution de gélatine d'un bain d'eau pure ; la membrane est imperméable à la gélatine qui reste confinée dans le vase où on l'avait mise tout d'abord ; elle est, au contraire, perméable à l'eau ; l'eau pure qui se trouvait en dehors du vase contenant la solution, traverse la membrane et pénètre dans la solution qu'elle dilue de plus en plus.

Il en est ainsi, du moins, dans l'expérience de Dutrochet où la dissolution et l'eau pure sont soumises toutes deux à la pression atmosphérique; mais si ces deux liquides sont soumis à des pressions différentes, l'expérience peut offrir des aspects divers.

Supposons, par exemple, que l'eau pure ne supporte aucune pression, tandis que la solution de gélatine supporte une pression variable à volonté ; supposons, en outre, que la température et la concentration de la dissolution soient bien déterminées ; si la pression exercée sur la dissolution est inférieure à une certaine valeur, indépendante de la nature de la membrane, l'eau pure pénètre au sein de la dissolution pour la diluer ; si, au contraire, la pression exercée sur la dissolution est supérieure à cette même valeur, la dissolution expulse de l'eau et se concentre ; enfin, si la pression supportée par la dissolution a précisément cette valeur, il ne se produit aucun échange de liquide, au travers de la membrane, entre l'eau pure et la solution de gélatine.

La valeur de la pression qui maintient cet état d'équilibre entre l'eau pure et la solution de gélatine, est ce qu'on nomme la *pression osmotique* d'une solution de gélatine ayant la température et la concentration données.

On pourra définir de même la pression osmotique d'une dissolution aqueuse d'un corps quelconque, pourvu que l'on sache préparer une membrane imperméable à ce corps et perméable à l'eau ; or, d'ingénieux procédés permettent de réaliser de telles *cloisons semi-perméables*.

La pression osmotique, telle est la grandeur qui va, dans l'étude des solutions extrêmement diluées, jouer le rôle que joue la pression dans l'étude des gaz parfaits. Voici, en effet, la loi énoncée par M. van 't Hoff :

En multipliant le volume d'eau employé à dissoudre un gramme d'un certain corps par la pression osmotique de la dissolution étendue et en divisant le produit obtenu par la température absolue, on obtient un nombre qui ne dépend

ni de la température, ni de la concentration de la dissolution, du moins tant que cette concentration reste très petite. La valeur de ce nombre caractérise le corps dissous.

Les lois de Mariotte et de Gay-Lussac sont, pour les gaz parfaits, complétées par une troisième loi, la loi d'Avogadro et d'Ampère; en multipliant le volume qu'occupe un gramme d'un gaz par la pression que supporte ce gaz et en divisant le produit par la température absolue, on obtient un nombre qui garde, pour chaque gaz, une valeur invariable; mais cette valeur change d'un gaz à l'autre; elle est, pour chaque gaz, en raison inverse du poids moléculaire de ce gaz. C'est en cette proposition que consiste la loi d'Avogadro et d'Ampère. On connaît l'importance de cette loi en Chimie, et l'usage qui en est fait pour la fixation des poids moléculaires d'une foule de composés.

Or, cette loi d'Avogadro et d'Ampère, M. van 't Hoff l'a étendue, comme les lois de Mariotte et de Gay-Lussac, aux dissolutions extrêmement diluées. Si l'on multiplie le volume dans lequel est répandu 1 gr. du corps dissous par la pression osmotique de la dissolution et si l'on divise le produit par la température absolue, on obtient un nombre qui ne dépend que de la nature du corps dissous. *Ce nombre est inversement proportionnel au poids moléculaire du corps dissous.*

Comme la loi d'Avogadro et d'Ampère, cette loi pourrait servir, en Chimie, à déterminer les poids moléculaires d'un grand nombre de composés, si la mesure de la pression osmotique d'une dissolution donnait prise à des méthodes expérimentales précises et aisées; en réalité, il n'en est pas ainsi, en sorte que la loi précédente, dont l'extrême intérêt, au point de vue théorique, est palpable, ne saurait être employée directement.

Mais, de cette loi, la thermodynamique déduit diverses conséquences qui se prêtent fort bien à la fixation des

poids moléculaires; nous n'en citerons qu'une, la plus usitée.

Prenons un grand nombre de substances solubles dans l'eau. Avec chacune de ces substances, formons une solution aqueuse étendue. Supposons que toutes ces dissolutions renferment la même masse d'eau, un kilogramme par exemple, et la même masse de substance dissoute, un gramme par exemple. Tandis que 0° est le point de congélation de l'eau pure, aucune de ces dissolutions ne se congèlera à 0°; pour chacune d'elles, le point de congélation se trouvera au-dessous de 0°.

Mais l'abaissement du point de congélation ne sera pas le même pour toutes nos dissolutions ; sa grandeur sera, pour chacune de ces dissolutions, en raison inverse du poids moléculaire du corps dissous.

Comme l'a montré M. J. H. van 't Hoff, cette proposition peut se déduire de la loi d'Avogadro et d'Ampère étendue aux solutions diluées; mais, d'autre part, elle peut être établie par des déterminations expérimentales directes, et c'est de la sorte qu'elle avait été découverte par M. Raoult, Doyen de la Faculté des Sciences de Grenoble. L'étude expérimentale des points de congélation des solutions diluées fournit ainsi l'une des démonstrations les plus convaincantes des idées de M. J. H. van 't Hoff.

Mais il y a plus. La détermination du point de congélation d'une dissolution est devenue, grâce surtout aux ingénieux procédés imaginés par M. Raoult, une des opérations les plus aisées et les plus précises de la physique; dès lors, la loi qui régit les abaissements des points de congélation des solutions diluées se transforme en une méthode propre à fixer les poids moléculaires d'une foule de composés chimiques, la *méthode cryoscopique*.

L'analogie entre les lois qui régissent les solutions infiniment diluées et les lois auxquelles sont soumis les gaz parfaits, conduit à une foule de conséquences ; elle donne lieu à d'intéressantes remarques et prête à de

nombreuses discussions ; de ces conséquences, de ces remarques, de ces discussions, il nous est impossible de parler ici ; il nous faut présenter, en cette sobre esquisse, l'idée de M. van 't Hoff toute nue et, pour ainsi dire, réduite à son squelette ; nous en avons agi de même à l'égard de la stéréochimie et du déplacement de l'équilibre par variation de la température. Toutefois, nous pensons en avoir dit assez pour que notre lecteur entrevoie quel profond et hardi penseur est M. van 't Hoff — et assez peu pour ne lui point déflorer ces *Leçons de Chimie-Physique* où les pensées fécondes, les aperçus originaux et ingénieux, se pressent en foule autour des idées maîtresses.

P. Duhem.

L'IMPÔT SUR LES SUCCESSIONS

EN ANGLETERRE, EN FRANCE ET EN BELGIQUE

ÉTUDE DE LÉGISLATION FINANCIÈRE COMPARÉE (1)

III

L'IMPÔT SUR LES SUCCESSIONS EN BELGIQUE

Section I

L'IMPÔT SUR LES SUCCESSIONS AVANT 1851

§ 1. *Loi du 22 frimaire an VII et arrêtés du 2 mars 1814 et du 11 juin 1815*

La loi du 22 frimaire an VII, qui, sur bien des points, se bornait à reprendre les principes posés par la loi des 5-19 décembre 1790, a été le véritable point de départ de notre système fiscal actuel en matière de successions.

Aux droits de relief, de centième denier et autres droits seigneuriaux, elle substituait définitivement le système des droits d'enregistrement et donnait ainsi le coup de grâce à l'ancienne organisation féodale.

Sous le nom de droits d'enregistrement étaient compris tous les droits de mutation : aussi bien les droits de mutation entre vifs que ceux par décès.

(1) Voir la REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES, livraisons de juillet 1899, pp. 159-183, et d'octobre 1899, pp. 456-516.

arrêté portant réorganisation de l'enregistrement et dont l'article 3 était ainsi conçu : « Les droits d'enregistrement établis par la législation française sur les successions en ligne directe sont et demeurent supprimés pour le futur, à dater de la publication du présent arrêté. » Le roi des Pays-Bas, par un arrêté du 11 juin 1815, confirma cette suppression.

Les autres dispositions de la loi de frimaire restèrent en vigueur dans les provinces méridionales des Pays-Bas. Les provinces septentrionales demeurèrent régies par une législation autochtone élaborée en 1805, et il y eut ainsi pendant quelques années, au sein du nouveau royaume des Pays-Bas, deux législations fiscales entièrement différentes. Bientôt on s'aperçut que ce dualisme présentait des inconvénients et que, pour arriver à une unification politique solide, on devait réaliser d'abord, autant que possible, l'unification juridique. Telle est l'origine de la loi du 27 décembre 1817.

§ 2. *Loi du 27 décembre 1817 et arrêté du 17 novembre 1830*

La nouvelle loi sépare nettement les droits de mutation entre vifs et les droits de succession. Les premiers restent régis par la loi de frimaire an VII, la loi de 1817 ne s'occupe que des derniers.

Une distinction qui domine toute la loi de 1817 est la distinction entre l'habitant et le non habitant, c'est-à-dire entre celui qui a le siège de sa fortune en Belgique et celui qui a le siège de sa fortune à l'étranger. Cette distinction n'a donc rien de commun avec la nationalité et l'on peut être habitant dans le sens de la loi de 1817, tout en étant étranger. L'importance de la distinction est que le non habitant, au lieu d'être soumis, comme l'habi-

tant, au droit de *succession*, paie un droit particulier appelé *droit de mutation par décès*.

L'assiette de ces deux impôts est différente à deux points de vue. En premier lieu, le droit de succession frappe l'universalité des biens recueillis, tandis que le droit de mutation par décès ne frappe que certains biens déterminés, savoir les immeubles ayant appartenu au défunt et situés en Belgique.

En second lieu, depuis la loi de 1817 l'impôt de succession est perçu sur la valeur nette des biens recueillis; l'impôt de mutation par décès continue à être perçu sur la valeur brute, sans défalcation du passif. Les dettes, dans l'esprit de la loi de 1817, sont une charge de l'ensemble du patrimoine; et comme, dans le cas d'un non habitant, l'impôt n'atteint pas l'ensemble de l'avoir du *de cujus*, il en résulte que le passif ne peut être déduit (1).

La loi nouvelle établit encore, en ce qui concerne le droit de succession, des taux différents d'après le degré de parenté de l'héritier. Voici ces taux :

Entre époux	4 p. c.
Entre frères et sœurs	4 p. c.
Entre neveux et nièces, petits-neveux et petites-nièces, oncles et tantes, grands-oncles et grand'tantes	6 p. c.
Entre tous autres parents ou personnes non parentes	10 p. c.

Tout ce qui est recueilli au delà de la part héréditaire, est soumis au taux de 10 p. c.

Quant à l'évaluation de la nue propriété et de l'usufruit, la loi de 1817, à l'instar de la loi de frimaire, grève l'usufruit, dans tous les cas, de la moitié du droit perçu sur la pleine propriété. Le nu propriétaire est tenu de

(1) Les successeurs en ligne directe ne sont pas exemptés du droit de mutation par décès. La loi se contente de leur accorder un tarif de faveur : 1 p. c. au lieu de 3 p. c. (aujourd'hui 1,40 p. c. au lieu de 6,80 p. c).

payer le droit entier; mais, à la différence de ce qui existait jusque-là, le paiement est suspendu jusqu'après l'extinction de l'usufruit.

Une dernière innovation de la loi de 1817, c'est l'introduction de la déclaration sermentelle imposée au contribuable. Ce serment n'était nullement décisoire et, en cas de suspicion fondée de fraude, l'administration avait toujours, malgré la prestation de serment, le droit d'exercer des poursuites.

Dès le début, l'obligation du serment parut aux Belges une mesure odieuse et tyrannique. Lors de la discussion de la loi, les députés des provinces méridionales avaient insisté vivement sur le danger qu'il y avait à placer l'individu entre son intérêt et sa conscience. Leurs protestations n'eurent pas de résultat et l'opinion publique en Belgique s'en montra profondément froissée. En 1830, l'abrogation du serment figurait au programme de la Révolution et, le 17 novembre 1830, parut un arrêté du Gouvernement provisoire faisant remise de toutes les amendes encourues pour défaut de prestation de serment ou de présentation de pièces constatant le serment.

A part cette modification, le régime de 1817 fonctionna sans trop de difficultés pendant une quarantaine d'années.

Section II

LOI DU 17 DÉCEMBRE 1851

§ 1. *Historique de la loi*

En 1847, le ministère Dechamps céda le pouvoir à un ministère libéral où M. Rogier prit le portefeuille de l'Intérieur, M. Veydt celui des Finances et M. Frère-Orban celui des Travaux publics. Dès les premiers mois, le nouveau gouvernement manifesta la résolution de réclamer

de nouveaux impôts. Les budgets, disait-il, se soldent régulièrement par un déficit. Celui-ci va croissant, et nécessairement il faut songer à équilibrer les finances. Or, il n'y a pour cela que deux moyens : l'emprunt ou l'impôt. Le premier a des inconvénients énormes. C'est donc au second qu'il faut recourir.

Le 12 novembre 1847, un projet fut déposé par M. Veydt. Ce projet préconisait deux mesures : l'introduction d'un impôt de 1 p. c. sur les successions en ligne directe et le rétablissement du serment. Le serment n'était imposé qu'aux héritiers en ligne collatérale et aux non parents, à l'exclusion des héritiers en ligne directe.

Ce projet ne fut pas discuté.

Le 7 novembre 1848, M. Frère-Orban, qui avait succédé à M. Veydt au département des Finances, déposa un projet nouveau. Pour la question du serment, M. Frère se contentait de reproduire dans son article 14 les dispositions du projet de son prédécesseur.

Article 14. « Dans le délai des quinze jours suivants (des quinze jours qui suivront le terme fixé pour la rectification des déclarations), les parties déclarantes de la succession d'un habitant du royaume se présenteront en personne, soit devant le tribunal de première instance, soit devant le juge de paix du ressort de leur demeure ou de l'ouverture de la succession, dans l'un et l'autre cas à l'audience publique, et elles affirmeront sous serment, ou de la manière prescrite par leur religion, « qu'elles » croient en sincérité de conscience que tous les biens » meubles, autres que les créances hypothécaires, inscrites » dans le royaume, ont été compris, sans exception ni » omission, dans la déclaration de la succession de..... » et qu'elles ont porté à leur véritable valeur les biens » meubles dont l'évaluation est laissée, par la loi, aux » parties déclarantes ».

» Ce serment, pour les objets auxquels il est restreint,

sera décisoire. Ce qui serait ultérieurement déclaré ne donnera lieu à aucune pénalité . . . . . .

» A défaut d'avoir prêté serment dans le délai fixé, chacune des parties déclarantes sera passible d'une amende de cinquante francs par semaine de retard. »

En ce qui concernait l'impôt en ligne directe, le taux, comme dans le projet de M. Veydt, était de 1 p. c. ; mais ce taux modique était restreint aux sommes recueillies *ab intestat*. Tout ce que l'on recueillait au delà était frappé d'un droit de 5 p. c.

De plus, M. Veydt exemptait les successions dont la valeur globale n'atteignait pas 10 000 fr. ; M. Frère-Orban exemptait les parts individuelles de chaque héritier en deçà de 1000 fr.

Le nouveau projet fut renvoyé à l'examen des sections. Il y fut très mal accueilli, et toutes les sections conclurent au rejet.

Le rapport de la section centrale fut déposé par le rapporteur, M. De Liége, le 20 janvier 1849. Le 19 mars, la discussion s'ouvrit à la Chambre. Elle y occupa six séances, mais n'aboutit à aucun résultat, et l'on finit par ajourner les débats jusqu'après le vote des budgets de 1850.

Dans la pensée de la Chambre, l'ajournement constituait une fin de non-recevoir définitive et l'on espérait que le Gouvernement renoncerait à son projet. On comptait sans la ténacité de M. Frère. Le 8 mai 1851, il fit reprendre la discussion. Il déclara qu'en présence des dispositions d'une partie de la majorité, le Gouvernement ne jugeait pas à propos de soumettre à un vote le principe de l'impôt en ligne directe et avait, en conséquence, retiré cette partie du projet.

Restait le serment. M. Frère le défendit avec une opiniâtreté, un talent et une verve extraordinaires. Outre la justice intrinsèque de la mesure, il s'attacha à démontrer sa pressante nécessité. « Il est constant, disait-il, que

toutes les gestions antérieures à 1848 se sont soldées, en définitive, par un découvert de près de 43 millions. 43 millions de découvert en 18 années, cela représente un découvert moyen annuel, une insuffisance de 2 400 000 fr. environ.

» Pouvons-nous persévérer à aller de déficit en déficit ? Pouvons-nous continuer à accumuler des arriérés sur des arriérés, sauf, de temps à autre, à employer la ressource d'une négociation de titres de la dette pour consolider ainsi le passé ? »

Et il concluait : « Je pense, Messieurs, qu'il faut 2 500 000 à 3 millions de francs de ressources nouvelles (1). »

Cette argumentation ne réussit pas à entraîner la Chambre et l'article 14 fut repoussé par 52 voix contre 39.

Le Gouvernement se retira le 17 mai ; mais, le 23 juin, les ministres reprirent leurs portefeuilles et, dès le lendemain, les débats sur les droits de succession recommencèrent. Ils ne furent pas longs. Après deux séances (24 et 28 juin), la besogne de la Chambre était terminée. Le Gouvernement avait, cette fois, renoncé au serment ; mais il exigeait l'impôt en ligne directe. — Comme on reprochait à cet impôt de forcer les agents du fisc à s'immiscer dans les secrets des familles, notamment par l'obligation de la déclaration du passif, M. Frère proposa l'arrangement suivant. Si les parties le désiraient, elles auraient le droit de déclarer l'actif *brut* de la succession et, dans ce cas, au lieu de 1 p. c. elles ne paieraient que $\frac{3}{4}$ p. c. — Pour tout ce qui était recueilli au delà de la part héréditaire, le taux restait fixé à 5 p. c.

Grâce à ces tempéraments, l'impôt en ligne directe fut adopté par 61 voix contre 31 ; et, après quelques modifications de détail, les autres articles furent votés également. Enfin, le 1er juillet, la Chambre admit l'ensemble du projet par 57 voix contre 27.

(1) Séance du 9 mai 1851.

Le projet de loi fut alors soumis au Sénat. Le 20 août 1851, au nom de la Commission des finances, M. Cogels déposa un rapport qui concluait, par 4 voix contre 3, au rejet de la disposition établissant un droit sur les successions en ligne directe et qui déclarait inutile, en conséquence, de procéder à l'examen des autres dispositions.

Ce fut cette fois le ministre de l'Intérieur, M. Rogier, qui se chargea, au nom du Gouvernement, de la défense du projet. Il rencontra plus d'opposition encore que M. Frère n'en avait rencontré à la Chambre des Représentants et, le 2 septembre, l'impôt en ligne directe fut rejeté par 33 voix contre 18.

Le ministère était battu, mais non découragé ; et, le lendemain du vote, M. Rogier donnait lecture d'un arrêté royal ajournant les Chambres.

Le Sénat fut dissous.

Les élections ne modifièrent que fort peu la composition du Sénat et furent pour le ministère un véritable échec. Heureusement, une nouvelle collision fut évitée, grâce à une solution conciliatrice proposée par un adversaire du projet, M. Spitaels.

L'impôt, d'après l'amendement de M. Spitaels, serait perçu sur *l'actif net*, au taux de 1 p. c., sans distinction entre la succession *ab intestat* et la succession testamentaire ; mais il n'atteindrait que la valeur des *immeubles* situés dans le royaume et des *rentes ou créances hypothécaires* concédées sur ces immeubles, déduction faite du passif *hypothécaire*.

La transaction semblait honorable pour tout le monde. C'était, de plus, un moyen de sortir d'une situation qui menaçait de devenir insoluble. Le Gouvernement l'accepta et le nouvel impôt fut voté par 46 voix contre 6.

Le projet fut renvoyé à la Chambre. En une seule séance (13 décembre) l'on discuta et l'on vota les articles et l'ensemble.

§ 2. *Analyse des débats parlementaires*

A. Impôt en ligne directe

L'argumentation de l'opposition peut se résumer de la manière suivante : L'impôt proposé est, en premier lieu, *injuste*. — Il est, en second lieu, *inhumain et vexatoire*.

Il est *injuste* pour trois motifs principaux :

a) *Pour la perception de cet impôt on traite comme une succession ce qui, en réalité, n'est que l'affermissement d'une propriété déjà existante ;*

b) *Dans bien des cas, on fait payer aux enfants une taxe sur leur propre travail ;*

c) *On accentue l'inégalité au point de vue fiscal entre les meubles et les immeubles.*

a) Nous avons dit déjà que depuis des siècles on avait tâché de justifier l'exemption du droit de succession en faveur des ascendants et descendants, par certains textes du *Corpus juris* de Justinien. Le texte favori des adversaires de l'impôt, c'était un passage de Paul (D. L. 28, t. 2, l. 11). Ce texte déclare que « les enfants à la mort de leurs parents ne recueillent pas en réalité une succession, mais tout simplement la libre administration de biens qui leur appartenaient déjà ». On devine le parti que les juristes en tiraient. Quand on dit qu'un fils hérite de son père, cela ne veut pas dire qu'une succession s'opère entre ces deux personnes. Le droit de l'enfant sur le patrimoine paternel existait avant la mort du père. Cette mort n'a donc pas pour résultat de faire naître ce droit, mais seulement de lui faire subir une modification. Le droit qui existait à l'état d'énergie potentielle, si l'on peut dire, se transforme en énergie actuelle et dynamique. A une sorte de propriété latente, gênée par la propriété efficiente du père, se substitue une propriété plus réelle et libre d'entraves. Ou, si l'on aime mieux, le

fils forme avec le père une communauté englobant tout le patrimoine de la famille. Seulement, le père seul a le pouvoir d'administration et la signature sociale. Au décès du père, ce pouvoir et cette signature passent au fils (1).

M. Frère-Orban attaqua vivement cette théorie : « Je dis, s'écriait-il, que du père au fils il y a succession, comme il y a succession de l'oncle au neveu. La propriété était pleine et entière dans celui qui la possédait, elle est pleine et entière dans celui qui la recueille. »

Et plus loin : « Je proteste contre une telle théorie. C'est méconnaître le sentiment universel touchant la famille, que de faire du fils l'associé du père. Il est l'enfant, pas autre chose. Qu'il travaille sous la direction du père,... n'importe, il est plutôt dans la condition d'un serviteur que dans la condition d'un associé. Ni en droit civil, ni en droit naturel il n'acquiert en rien la propriété. S'il en était autrement, il y aurait injustice à ne pas consacrer un pareil droit. »

b) Mais ce patrimoine que vous voulez imposer, reprenait-on, de quoi se compose-t-il ? De biens hérités antérieurement par le père, c'est vrai ; de biens acquis par le père, c'est vrai encore. Mais il y a là aussi très souvent une quantité de biens qui sont dus exclusivement au travail de l'enfant. Va-t-on exiger de cet enfant le paiement d'un droit sur son propre travail ?

A cela M. Frère répondait : « Est-ce que le père, et, si vous voulez, le père et le fils réunis n'acquittent pas un droit sur leur propre travail, lorsque, ayant épargné quelques milliers de francs, ils achètent un immeuble et

(1) « La langue juridique de Rome, dit Fustel de Coulanges *(La Cité antique*, 13e édition, p. 77), appelle le fils *heres suus*, comme si l'on disait *heres sui ipsius*. Il n'hérite, en effet, que de lui-même. Entre le père et lui il n'y a ni donation, ni legs, ni mutation de propriété. Il y a simplement continuation, *morte parentis continuatur dominium*. Déjà du vivant du père le fils était copropriétaire du champ et de la maison, *vivo quoque patre dominus existimatur* (Institutes, III, 1, 3 ; III, 9, 7 ; III, 19, 2). »

paient les droits de mutation? Et s'il n'y a rien d'injuste à percevoir un impôt dans ce cas, pourquoi serait-il injuste de le faire dans le cas de mutation par décès? »

c) L'opposition disait encore : Quels sont les biens qui contribueront au paiement du nouvel impôt? Les meubles d'abord, mais pour une quote-part bien minime. Il y a tant de façons, dès que l'on se trouve en matière mobilière, de frauder le fisc. C'est donc surtout la terre que grèveront les nouvelles charges. Or, en Belgique comme en France, la propriété foncière est déjà surtaxée.

Le ministre opposait à cela l'argument tiré de l'impérieuse nécessité où l'on se trouvait d'équilibrer les finances. Et comme ses adversaires lui conseillaient de se créer des ressources d'une autre manière, par exemple en faisant voter des centimes additionnels à tel ou tel impôt existant, il demandait si c'était par hasard en votant des centimes additionnels à l'impôt foncier que l'on viendrait en aide à la propriété immobilière. « Il me semble, disait-il, que le moyen de ne pas nuire à la propriété immobilière, à l'industrie agricole et aux autres industries, ce n'est pas de les frapper d'une contribution permanente, mais d'attendre l'événement d'un décès, d'un changement de position pour percevoir un impôt (1). »

L'impôt, dans la pensée des membres de l'opposition, ne serait pas seulement *injuste;* il serait aussi *inhumain et vexatoire.* A quel moment, s'écriait-on, l'impôt sera-t-il perçu? Plus d'une fois il le sera au moment où la famille, par la mort de son chef, verra sa situation diminuée. Supposons un petit détaillant. Il est parvenu, par son négoce, à amasser un modeste pécule, peut-être à acheter quelques lopins de terre. Il vient à mourir. Si les enfants sont en bas âge, il faudra probablement cesser le commerce et vendre ce que l'on a acquis. Pourtant le fisc viendra

(1) Séance du 20 mars 1849.

dire : « Vous avez hérité de la fortune de votre père, je viens toucher mon tantième. » Est-ce *humain ?*

Sans doute, répliquaient les partisans du projet, cela pourra se présenter. Mais ce sera un cas exceptionnel. Il reste toujours vrai que, d'ordinaire, celui qui a fait un héritage se trouve plus riche qu'auparavant.

L'opposition ajoutait : A la mort du père, il faudra présenter au fisc un bilan, et c'est alors que le caractère *vexatoire* du projet se révélera. Dans ce bilan, en effet, que mettra-t-on ? L'évaluation de tous les biens ayant appartenu au défunt et l'indication exacte de l'actif et du passif, c'est-à-dire que l'on se verra forcé de dévoiler au fisc toute la situation de fortune du père, situation peut-être gênée accidentellement et parfaitement susceptible de se refaire.

Cet argument, d'après M. Frère-Orban, n'était que de la sensiblerie. Il ne faut pas oublier, disait-il, que partout on opère des partages. Ici cela arrive plus tôt, là cela arrive plus tard. Mais le partage se fait. Or, si le raisonnement de l'opposition était exact, tous les reproches qu'elle articule contre le projet s'appliqueraient également à l'acte de partage. En effet, cet acte comprend, lui aussi, précisément l'indication de l'actif et du passif et l'estimation des valeurs attribuées à chacune des parties. Cet acte est soumis au fisc, il est enregistré. Si dans le premier cas il y a mesure inquisitoriale, il doit en être de même dans le second.

D'ailleurs, continuait le ministre, votre objection ne s'adresse pas seulement à l'impôt en ligne directe, mais aussi à l'impôt en ligne collatérale.

Tels étaient les arguments de l'opposition et ceux du Gouvernement. Nous avons vu ce qui sortit de cette longue discussion. En vertu de l'amendement Spitaels, le droit ne frappe que les biens immeubles et les créances hypothécaires inscrites. En matière d'imposition immobilière, aucune ingérence du fisc dans les affaires des parti-

culiers n'est à craindre. Quant aux dettes déclarées déductibles, elles sont déjà rendues publiques par l'inscription et ne peuvent donc donner lieu à des recherches ultérieures.

L'impôt en ligne directe prend ainsi le caractère, non d'un droit de *succession* — ce n'est pas toute la succession qui est frappée — mais d'un droit de *mutation par décès* analogue au droit perçu sur les immeubles situés en Belgique et ayant appartenu à un non habitant. Seulement, tandis que dans le dernier cas aucune dette n'est admise à la déduction, dans le premier on déduit les dettes hypothécaires. Aux deux taxes déjà existantes (le droit de mutation par décès en cas de succession à un non habitant et le droit de succession en ligne collatérale) on en ajoutait, en 1851, une troisième : le droit de mutation en ligne directe.

Signalons, pour terminer cette matière, le procédé d'évaluation adopté pour les immeubles. La crainte d'un système *inquisitorial* avait plané comme un spectre sur toute cette discussion. Maintenant que les immeubles étaient imposés, il fallait songer au mode d'estimation. Décréter la nécessité de l'expertise par l'État eût été, semblait-il, attribuer au fisc un droit exorbitant d'intervention dans les affaires privées. On s'arrêta donc au système consacré par l'article 3 de la loi du 17 décembre 1851 : « Le Gouvernement déterminera périodiquement, à l'aide des ventes publiques enregistrées pendant les cinq dernières années au moins, et en diminuant les prix d'un dixième, le rapport moyen du revenu cadastral à la valeur vénale.

» Ce rapport sera établi distinctement pour les propriétés non bâties, soit par bureau de perception, soit par canton ou par commune. »

Ce mode d'évaluation, étant introduit dans l'intérêt des

contribuables, ne leur est pas obligatoirement imposé. Ils ont la faculté d'y recourir ; mais ils peuvent aussi, s'ils le préfèrent, choisir comme base de la perception du droit l'un des deux modes établis pour les successions en ligne collatérale, savoir la valeur vénale déterminée par une expertise préalable à la déclaration et faite par les soins du fisc à la demande des parties et la valeur vénale déterminée par les parties elles-mêmes, sauf le droit de contrôle, par voie d'expertise, accordé à l'administration.

B. Serment

Le projet de M. Frère consacrait le rétablissement du serment. Mais ce n'était pas un rétablissement pur et simple. Le serment dont parlait le projet était le serment *décisoire*. De plus, la mesure ne devait être appliquée qu'aux héritiers en ligne collatérale. En ligne directe, cela eût paru trop dur.

Dans le caractère *décisoire* du serment l'opposition se refusait à voir une amélioration. Décisoire ou non, disait M. De Liége dans son rapport, le serment doit être rejeté. Sans ce caractère il n'est qu'une dérision, puisque, dans ce cas, nous écrivons dans nos lois que nous-mêmes nous n'ajoutons pas foi au serment. Avec ce caractère, la mesure peut paraître plus sérieuse, mais en revanche elle est plus immorale, car les personnes de mauvaise foi seront d'autant plus portées à se parjurer, que le parjure les mettra définitivement à l'abri des atteintes de la loi fiscale.

Parmi les adversaires du serment, celui qui nous paraît avoir exposé la question avec le plus de clarté et de méthode, c'est M. de Decker.

Le serment lui paraissait mauvais pour trois motifs :

a) Parce qu'il est en contradiction avec l'esprit et les tendances de notre siècle ;

b) Parce qu'il aurait des effets désastreux pour les contribuables, sans grande utilité pour le Trésor ;

c) Parce qu'il compromettrait les intérêts moraux les plus élevés du pays.

a) *Le serment est en contradiction avec l'esprit et les tendances du siècle.* Pour que le serment puisse fonctionner normalement, deux choses sont nécessaires : la vivacité du sentiment religieux dans le peuple, et l'insuffisance des institutions civiles. En quoi consiste la force du serment ? Dans ce fait que l'homme recule invinciblement devant le crime de prendre Dieu à témoin de la vérité d'une chose qu'il sait être fausse. Mais si, dans un état social déterminé, il existe toute une classe d'hommes pour qui le serment n'est qu'une duperie, parce qu'ils n'admettent pas l'existence de Dieu, où est la garantie ?

L'utilité du serment suppose une autre condition : l'état embryonnaire des institutions civiles. Si la société est arrivée à un développement suffisant pour avoir à sa disposition d'autres moyens de preuve, il ne faut plus recourir à la déclaration sermentelle, car on ne met pas inutilement la divinité en cause.

Les partisans du serment répliquaient : « Si votre thèse est vraie, la conclusion logique n'en n'est pas que le serment ne peut être appliqué aux matières fiscales, mais qu'il faut d'une façon absolue le biffer de nos codes. »

L'objection ne sembla pas émouvoir beaucoup M. de Decker, car il répondit aussitôt : « Je ne reculerais pas, quant à moi, devant cette conséquence ; je crois que ce serait très logique. » Et, à l'appui de son affirmation que le serment n'est pas une garantie, il invoquait le témoignage d'un ancien magistrat, qui, une seule fois dans sa carrière de quarante ans, avait vu, au civil, une partie refuser le serment qu'on lui déférait. — « Au criminel, ajoutait l'orateur, on jure de dire toute la vérité, et tout le monde sait que rarement on la dit tout entière. » —

Quant au serment politique, on sait ce qu'il vaut. Le parjure en cette matière est devenu monnaie courante.

b) *Le serment aura des effets désastreux pour les contribuables, sans grande utilité pour le Trésor.* Il créera au sein de l'État les plus criantes inégalités. Inégalité entre les individus de mauvaise foi et les honnêtes gens : pour les uns le serment sera un jeu, pour les autres une torture morale. Inégalité entre les propriétaires de fortunes immobilières et les propriétaires de fortunes mobilières : les derniers seuls souffriront de l'innovation. Inégalité, enfin, entre les héritiers majeurs et les héritiers mineurs : dans les successions où les héritiers seront mineurs, le fisc n'aura à craindre aucune fraude, car la personne qui gérera les affaires des mineurs, « ne se trouvant pas intéressée personnellement à frauder, fera la déclaration complète, plus complète qu'on ne la fera lorsqu'on sera soi-même dans la nécessité de payer ».

« Ainsi, concluait M. de Decker, l'inégalité vous l'aurez inévitablement. Or, l'inégalité en matière d'impôt est une injustice. »

Le rétablissement du serment sera, d'ailleurs, pour le Trésor une mesure tout à fait improductive. En effet, de deux choses l'une : ou l'on a foi dans la moralité des masses, ou l'on n'y a pas foi. Dans le premier cas, pourquoi exiger le serment ? Dans le second, comment croire à son efficacité ? Et l'orateur rappelait la parole de Bentham : « Dans toutes les sociétés où l'on ne parvient pas à élever la parole à la dignité du serment, le serment lui-même ne sera plus qu'une vaine formule. »

c) *Le serment place le contribuable entre son devoir et son intérêt. Il pousse ainsi à la fraude et devient funeste aux grands intérêts nationaux et moraux du pays.*

Ici se présente une objection. Que le serment place le contribuable entre son intérêt et son devoir, d'accord ! Mais cette lutte entre le devoir et l'intérêt, c'est la vie

même de l'homme. Nous la soutenons à toute heure, à tout moment.

« Sans doute, disait M. de Decker, mais ce n'est pas un motif... pour qu'on multiplie ces luttes ; et cela a été aussi le motif pour lequel l'honorable ministre des Finances n'a pas appliqué le serment à la ligne directe ; il a voulu circonscrire le serment autant qu'il a pu. Il a voulu le servir à dose homéopathique. » Et, parcourant la législation belge, l'orateur montrait que le but du législateur avait toujours été de limiter le plus possible le nombre de cas où le conflit surgirait. C'est l'unique but de la loi sur les incompatibilités parlementaires. Et il est clair que le législateur constituant songeait aussi à cette éventualité, quand il a inséré dans notre Charte l'article 127, suivant lequel aucun serment ne peut être imposé qu'en vertu d'une loi. Son intention était que le serment ne serait exigé que dans les cas de nécessité absolue.

L'introduction du serment, en encourageant le parjure, poussera donc à l'immoralité. Au surplus, il est permis de se demander s'il est convenable de faire de la religion un supplément aux gendarmes et aux percepteurs des contributions (1).

La Chambre se rangea à l'avis de M. de Decker. Le rétablissement du serment fut rejeté à une forte majorité. Quant au Sénat, il n'eut pas même à délibérer sur la question.

La loi de 1851 renferme encore une série d'autres dispositions. Ainsi, le droit de 4 p. c. dû par les frères et sœurs est porté à 5 p. c. Le droit dû par un adopté ou ses descendants est fixé à 6 p. c. s'il s'agit de la succession d'un habitant du royaume, à 5 p. c. en cas de mutation par décès.

Il faut noter enfin la disposition suivante. D'après la

(1) Séance du 14 mai 1851.

loi de 1817, l'époux survivant payait le droit de 4 p. c. La règle souffrait deux exceptions : l'époux ne devait rien s'il avait retenu un ou plusieurs enfants de son mariage avec le défunt ; de plus, on exemptait du droit l'usufruit, la pension ou la rétribution périodique recueillis par l'époux survivant, si, par le décès du premier mourant, ses enfants issus d'un précédent mariage ou leurs descendants ont acquis la propriété ou sont chargés de la pension ou de la rétribution périodique. L'article 1er de la loi de 1851 établit pour ces deux cas le droit de mutation en ligne directe.

Nous donnons ci-contre le tarif des droits de succession, de mutation en ligne directe et de mutation par décès, tel qu'il a été fixé par les lois des 27 décembre 1817 et 17 décembre 1851, avec les modifications y apportées par la loi du 28 juillet 1879.

Section III

RÉFORMES PROPOSÉES

§ 1. *Réformes qui ont été préconisées au Parlement*

Les droits sur les successions n'étant pas aujourd'hui régis par une loi unique, il faut à tout instant combiner les dispositions de la loi de 1817 avec celles de la loi de 1851. C'est là une source de bien des difficultés. Au cours de la session extraordinaire de 1890, le Gouvernement avait déposé un projet de codification des droits de succession et de mutation par décès. Mais en 1892, par suite de la dissolution des Chambres, ce projet vint à tomber et jusqu'à nos jours — à part les surtaxes établies par la loi de 1879 — le régime fiscal des successions est resté, en dépit de toutes les critiques, ce qu'il était en 1851.

TARIF DES IMPÔTS SUR LES SUCCESSIONS

4 p. c.		Entre époux (sans enfants)	DROIT DE SUCCESSION EN LIGNE COLLATÉRALE
5 p. c.	Sans testament	Entre frères et sœurs	
10 p. c.	Par testament		
6 p. c.	Sans testament	Entre neveu ou nièce, petit-neveu ou petite-nièce et oncle ou tante, grand-oncle ou grand'-tante	
10 p. c.	Par testament		
6 p. c.		A charge des enfants adoptifs ou leurs descendants	
10 p. c.		A charge des enfants naturels appelés à défaut de parents au degré successible	
10 p. c.		Entre tous autres parents ou personnes non parentes	
1 p. c.		Ascendants ou descendants	DROIT DE MUTATION EN LIGNE DIRECTE
1 p. c.		Époux ayant des enfants de leur commun mariage	
1/2 p. c.	Usufruit	Époux survivant recueillant dans la succession de l'époux prédécédé un usufruit, une pension ou une rétribution périodique, lorsque par le décès de son conjoint ses enfants issus d'un précédent mariage ont acquis la propriété ou sont chargés de la pension ou de la rétribution périodique	
1 p. c.	Pension ou rétribution périodique		
1 p. c.		En ligne directe	DROIT DE MUTATION PAR DÉCÈS
5 p. c.		Enfants adoptifs ou leurs descendants	
5 p. c.		En ligne collatérale ou entre personnes non parentes	

La loi du 28 juillet 1879 a porté le droit de 1 p. c. à 1,40 p. c., celui de 4 p. c. à 5.50 p. c., celui de 5 p. c. à 6,80 p. c., celui de 6 p. c. à 8,20 p. c., celui de 10 p. c. à 13,80 p. c. Quant aux biens recueillis en usufruit, on continue à payer, en ce qui concerne les trois impôts ci-dessus, la moitié du droit exigé pour la pleine propriété.

Un point qui a été souvent mis en lumière, c'est l'impossibilité où se trouve l'administration, dans la législation actuelle, d'empêcher la fraude en matière de successions mobilières.

Pour montrer jusqu'à quel point la fraude est entrée dans nos mœurs, M. Nyssens, dans la séance du 2 décembre 1892, racontait les deux faits suivants. Le premier s'est passé dans une commune flamande. Une personne mariée, mais n'ayant pas d'enfants, laisse comme successeur son conjoint. La succession, d'une importance considérable, est en grande partie mobilière. Le conjoint, homme d'une honnêteté scrupuleuse, fait une déclaration superbe où pas un seul bien de la succession n'a été oublié. Grand étonnement du receveur. Le brave fonctionnaire, voulant mettre d'accord les devoirs de sa profession et le désir qu'il éprouve de prévenir chez le contribuable en question de nouvelles manifestations d'une loyauté aussi onéreuse, ne trouve rien de mieux que de lui faire ce petit discours : « Mon devoir est d'accepter votre déclaration ; mais je vous préviens que vous allez avoir à payer 50 000 fr. de droits sur des actions et des obligations que l'on ne déclare presque jamais intégralement. »

Le second fait a eu lieu dans une commune du Hainaut. Le *de cujus* avait institué un légataire universel, et les parents, mécontents, avaient menacé le légataire d'une action en annulation du testament. Apposition des scellés. A la levée des scellés, à laquelle assistent le juge de paix, le notaire, l'avocat, le légataire universel et les parents, on constate que la fortune mobilière du défunt dépasse de loin ce que l'on avait cru. Les héritiers du sang, pour qui cette découverte est une nouvelle cause d'amertume, disent au légataire : « Nous allons requérir la confection d'un inventaire, et vous allez payer sur la succession le droit de 13,80 p. c. » Heureusement pour les deux parties, il se trouvait parmi les assistants un esprit aussi conciliateur que pratique, qui conseilla aux héritiers de renoncer à leur

projet, sauf à se faire payer par le légataire les 13,80 p. c. que le fisc, en cas d'inventaire, aurait été en mesure de réclamer. Chacun y trouvant son compte, le conseil fut jugé bon et suivi.

C'est à prévenir le retour de ces faits, et d'autres faits analogues, que tendent plusieurs des réformes que l'on a proposé d'apporter à notre régime fiscal des successions. D'autres se rapportent à un ordre d'idées différent. Nous allons les étudier les unes après les autres.

A. Réformes destinées a assurer la perception de l'impôt sur les valeurs mobilières

a) *Attribution à l'État du droit de requérir l'apposition des scellés et l'inventaire*

Dans la séance du 10 décembre 1891, M. Janson a préconisé l'attribution à l'État du droit de requérir, à ses frais, l'apposition des scellés et l'inventaire. Cette réforme a rencontré un défenseur résolu en M. Nyssens, qui, à plusieurs reprises, et notamment en 1892 et en 1894, au cours de la discussion du budget des finances, en a réclamé l'introduction dans nos lois.

Le 20 décembre 1894, fut déposée par MM. Ch. Magnette, H. Denis, Georges Lorand, E. Vandervelde, E. Hamburgin et E. Anseele, une proposition dont la Chambre, après quelques observations de MM. Magnette, de Smet de Naeyer, Woeste, Denis et Nyssens, vota la prise en considération. L'article 3 est ainsi conçu : « Lorsqu'une personne sera décédée, les scellés seront apposés d'office en sa mortuaire, comme aussi dans les résidences qu'elle avait de son vivant.

» L'apposition des scellés sera faite par le juge de paix ou son suppléant, et, à leur défaut, par le receveur des droits de succession du lieu du décès ou de la résidence, ou par

le receveur des contributions du lieu du décès ou de la résidence.

» Un arrêté royal déterminera la rémunération due, de ce chef, aux personnes ci-dessus et réglera l'exécution de la présente disposition.

» Néanmoins les papiers et documents propres à établir l'avoir du défunt seront seuls placés sous scellés.

» En cas de contestation, ces papiers seront placés sous enveloppe cachetée et adressés au président du tribunal, qui statuera en dernier ressort, aux jour et heure à fixer par lui, après avoir entendu l'administration des finances et les intéressés, qu'il invitera à comparaître par lettre recommandée. »

Telle est la première réforme réclamée. On pourrait être tenté de croire que cette réforme est inutile et que le fisc, dans l'état actuel de la législation, possède déjà le droit qu'on demande de lui accorder.

La question a été autrefois vivement controversée; mais aujourd'hui il semble bien que la doctrine et la jurisprudence soient fixées définitivement dans le sens de la négative (1).

(1) Cf. BELGIQUE JUDICIAIRE, 1863, pp. 562 et 593. — Voici les motifs que l'on a fait valoir de part et d'autre. L'article 820 du Code civil dit que tous les créanciers peuvent requérir l'apposition des scellés en vertu d'un titre exécutoire ou d'une permission du juge. Or, sur le point de savoir quel est le sens à donner au mot « créanciers », les avis sont très divergents. Les uns croient que le Code n'entend parler que des *créanciers de la succession*. Ils tirent argument de la place qu'occupe l'article dans le Code. Cet article est placé au titre des « *successions* » et sous la rubrique « *du partage et des rapports* ». Tout porte à croire qu'il ne s'agit ici que de créanciers ayant un droit dans la succession.

D'autres soutiennent que si l'article 820 ne confère pas expressément aux créanciers de l'héritier le droit de faire apposer les scellés, ce droit leur appartient en vertu de l'article 1166. Le créancier de l'héritier peut exercer toutes les actions de son débiteur.

On devine le raisonnement du fisc : « Je suis créancier de l'héritier. Mon débiteur peut demander l'apposition des scellés et requérir l'inventaire. Donc je puis exercer ce droit en son nom. »

Cela est inexact. Même si l'on adopte le second système, la thèse du fisc est insoutenable. Il est de doctrine et de jurisprudence que l'une des conditions indispensables pour que le créancier puisse agir au nom du débiteur,

Il faut noter aussi, pour bien préciser les idées, que les partisans de la mesure — et notamment MM. Janson et Nyssens — n'en réclament l'introduction que pour le cas de succession en ligne collatérale. Il en est de même, pensons-nous, des auteurs de la proposition Magnette. L'article 3 relatif à la matière ne le dit pas expressément ; mais les cinq premiers articles de la proposition ne concernent pas les successions en ligne directe.

Même ainsi mitigée, la mesure proposée a été attaquée avec la dernière énergie, et l'on a fait valoir contre elle de nombreuses objections.

Première objection. Cette mesure prescrit à l'autorité publique de se mêler des affaires de famille, et, en conséquence, elle est contraire aux mœurs du pays. « Le Belge, disait M. Woeste dans la séance du 6 décembre 1892, aime à être maître chez lui, et ce serait troubler jusque dans ses susceptibilités les plus intimes la vie de nos familles, si, dans le moment où les membres se groupent à l'écart de tout œil étranger, l'État étendait sa froide main sur les patrimoines qui leur adviennent, pour chercher à percevoir, comme impôt, la plus forte somme possible. Non, le deuil des particuliers doit être respecté ; les sentiments du cœur ne peuvent être méconnus. »

On peut faire à l'objection de M. Woeste une triple réponse.

1° Cette objection se comprend, lorsqu'il s'agit d'une succession en ligne directe. Mais pas n'est besoin, nous venons de le voir, d'étendre la réforme à ce cas. Avec l'impôt de mutation en ligne directe, tel qu'il existe

c'est que la créance soit exigible. Est-ce le cas ici ? Non. La créance du fisc non seulement n'est pas exigible, mais elle n'est pas même certaine. Le fisc devra prouver que la succession est passible de l'impôt, et cette preuve ne pourra se faire qu'après la déclaration des héritiers. Tant que la déclaration n'a pas eu lieu, il n'y a dans le chef du fisc qu'une créance conditionnelle. C'est dire qu'il n'a pas le droit d'agir.

Il résulte, d'ailleurs, des discussions qui ont eu lieu au Sénat en 1851, que c'est bien ainsi que l'entendait le ministre des Finances.

aujourd'hui, cela serait d'ailleurs inutile, puisqu'il n'y a que les immeubles et les créances hypothécaires inscrites qui soient frappés. — Nous allons plus loin et nous souscrivons volontiers à ces paroles de M. Nyssens : « On pourrait admettre des tempéraments même en ligne collatérale, lorsque les héritiers sont des frères ou des sœurs. » Mais nous ajoutons avec lui : « Lorsqu'il s'agit de parents plus éloignés, qui souvent connaissent à peine la personne dont ils héritent; lorsqu'il s'agit de ces successions auxquelles des étrangers heureux sont fréquemment appelés par des dispositions testamentaires, je dis qu'il serait presque puéril de venir invoquer ici un deuil de famille et de dire que celui qui hérite parfois de quelques centaines de mille francs ou d'un million, sera gêné dans sa douleur parce qu'il devra payer l'impôt et qu'on viendra contrôler sa déclaration. »

2° Ce droit de faire apposer les scellés, qui le possède aujourd'hui? Faut-il, pour l'exercer, faire partie de la famille? Pas le moins du monde. Il suffit pour cela d'être légataire d'une parcelle de la fortune du *de cujus*, si minime soit-elle. Tel domestique, qui dans une succession de dix millions recueille à titre de légataire une somme de 1000 fr., aura le droit de faire apposer les scellés, de s'opposer à leur levée et de requérir l'inventaire. Et dans le cas où il y a eu de sa part soit opposition, soit réquisition d'inventaire, il pourra assister à la levée et à l'inventaire (1). Or, ceci, on l'approuve, personne n'y trouve à redire et pas un membre de la Chambre n'en demande la suppression. Faut-il même être légataire? La loi ne l'exige pas. Un simple créancier jouit des mêmes droits qu'un légataire à titre particulier. Le législateur ne s'est donc pas laissé arrêter par cette considération qu'un créancier

(1) Les héritiers du sang, le conjoint survivant, l'exécuteur testamentaire, le légataire universel et ceux à titre universel ont le droit d'y assister, quand même ils n'auraient pas fait opposition et n'auraient pas requis la confection d'un inventaire.

Nous croyons que M. Magnette aurait bien fait d'exiger en outre, comme le proposait M. Nyssens, la présence d'un magistrat. D'après sa proposition, c'est tantôt le juge de paix et tantôt un simple receveur qui sera chargé de l'apposition. Il serait préférable de confier ce soin exclusivement au juge de paix, qui inspirera aux contribuables plus de confiance qu'un fonctionnaire subalterne de l'administration.

Une *troisième et dernière objection* a été faite à la mesure que nous préconisons. Nous la trouvons dans un discours remarquable que M. Galopin, professeur et ancien recteur de l'Université de Liége, a prononcé en 1893 à l'occasion de l'ouverture des cours. Dans la pratique, disait M. Galopin, la mesure sera ou bien inutile, ou bien illusoire. « Inutile, dans l'hypothèse assez rare de quelque conflit entre les diverses personnes appelées à la succession par la loi ou par la volonté du défunt. En pareil cas, l'intérêt civil de chacun des intéressés est une garantie suffisante de l'intérêt fiscal de l'État ; les scellés et l'inventaire sont toujours requis par l'un ou l'autre des prétendants. Illusoire, dans l'hypothèse si commune d'un accord entre tous les successibles, en vue de frauder l'impôt. Leur première préoccupation, leur premier soin, dès l'instant du décès, ne serait-il pas, le plus souvent, de s'emparer de tous les titres et papiers du défunt, pour les mettre à l'abri des investigations du fisc ? Quelquefois même, ne verrait-on pas des mourants s'entendre avec leurs héritiers pour que ceux-ci puissent échapper à tout contrôle des agents de l'État ? L'apposition des scellés à la requête du fisc ne serait opérée d'ordinaire que lorsqu'il serait trop tard (1). »

Cette argumentation nous paraît beaucoup trop absolue. En lisant ces lignes, on se fait immédiatement cette

(1) *Discours sur les droits de succession.* Ouverture solennelle des cours, 17 octobre 1893 ; pp. 31 et 32. Liége, Imprimerie H. Vaillant-Carmanne ; 1893.

réflexion : Si l'innovation est si anodine, si dans aucun cas elle n'améliorera la situation de l'État et, par voie de conséquence, n'empirera celle des contribuables, pourquoi tant crier haro ? Il semble vraiment que cela n'en vaille pas la peine.

Mais il y a une autre réponse à l'objection. C'est qu'elle prouve trop. On peut raisonner, pour un créancier quelconque de la succession, de la manière dont M. Galopin raisonne pour le fisc. On peut dire : Ou les héritiers sont d'accord, ou ils ne le sont pas. S'ils sont d'accord, ils pourront toujours prendre les mesures nécessaires pour faire disparaître les valeurs de la succession, et la faculté que la loi a donnée au créancier pour la conservation de ses droits sera *illusoire*. Ici également on peut parfaitement concevoir de la part du *de cujus* une entente avec les héritiers, dans le but de frauder le créancier. — Si, au contraire, les héritiers ne sont pas d'accord, ils auront, eux, déjà fait apposer les scellés, et la faculté du créancier sera, dans ce cas, *inutile*.

Faut-il ajouter que nous ne prétendons nullement que, le jour où cette réforme sera introduite, la fraude sera devenue radicalement impossible ? Il va de soi que nous ne nous berçons pas d'une pareille illusion. Mais nous sommes d'avis que dans bien des cas la fraude sera enrayée, et que l'on remédiera dans une certaine mesure à la situation déplorable qui existe aujourd'hui : à savoir, que ceux-là seuls paient l'impôt qui veulent bien le faire de leur plein gré et par pur sentiment d'honnêteté (1).

(1) Dans la séance de la Chambre du 22 décembre 1899, à l'occasion de la discussion du budget des voies et moyens, MM. de Smet de Naeyer et Woeste se sont encore une fois déclarés adversaires de la réforme. MM. Bertrand, Anseele, Journez et Denis ont signalé les abus auxquels donne lieu la perception incomplète des droits de succession et soutenu la nécessité de mesures nouvelles.

B) *Interdiction faite aux dépositaires de fonds de s'en dessaisir avant que certaines mesures aient été prises dans le but d'assurer le paiement des droits.*

Cette seconde réforme proposée par M. Magnette tend au même but que la précédente.

Elle est réglée par les articles 6 et 7.

Article 6. « Les sociétés anonymes ou en commandite, belges ou étrangères, ou leurs succursales, et toutes personnes civiles ou physiques, dépositaires de fonds, titres, actions, obligations, espèces et valeurs appartenant à une personne décédée, ne pourront s'en dessaisir en mains des héritiers ou légataires qu'à l'intervention et avec le concours du receveur des droits de succession compétent et après que, contradictoirement avec celui-ci, inventaire en aura été dressé, sur papier libre, et que, en suite de cet inventaire, les droits auront été payés ou qu'il aura été donné des garanties jugées suffisantes par le receveur, sauf recours des intéressés au ministre des Finances, le tout, à peine, pour les dépositaires, d'être tenus solidairement au paiement des droits et amendes et à peine, en tout cas, d'une amende de 1000 à 10 000 fr. contre l'auteur ou les auteurs de la contravention. »

Article 7. « Les officiers ministériels qui, directement ou indirectement, auront prêté leur concours pour dissimuler au fisc partie d'une succession, seront solidairement responsables des droits, fraudes et amendes. »

Le projet de loi de M. Doumer — on se le rappelle — contenait une disposition analogue. Cette disposition, M. Gamard proposait de l'étendre à tout débiteur quelconque, au lieu de la restreindre aux seuls dépositaires de titres ou d'espèces. En France, d'ailleurs, l'article 25 de la loi de 1852 a introduit déjà la mesure, mais seulement pour les transferts au grand-livre de la Dette publique.

Toutefois, entre la loi française et la proposition Magnette, il y a cette différence que la loi de 1852 n'exige,

pour que le dépositaire puisse se libérer, qu'un certificat du receveur des contributions constatant le paiement des droits, tandis que M. Magnette exige — à moins que le receveur n'ait obtenu déjà des garanties suffisantes — la confection préalable d'un inventaire renseignant toutes les valeurs déposées. Il y a là, cela va de soi, une sûreté de plus.

Pour notre part, estimant qu'il est indispensable de faire disparaître au plus tôt l'inégalité, au point de vue de l'impôt, entre les meubles et les immeubles, nous nous rallierions assez volontiers à cette seconde innovation.

Il y a pourtant un reproche à faire à l'article 6. Nous voulons parler de l'énormité de l'amende infligée aux contrevenants. C'est très bien, sans doute, d'ajouter des sanctions à la loi et cela est même indispensable, si l'on veut que la loi soit respectée. Mais une législation humaine doit y mettre plus de modération. Aussi est-ce à bon droit, croyons-nous, que M. Woeste, à ce sujet, a fait entendre une protestation énergique.

c) *Obligation du serment*

La dernière réforme proposée pour empêcher la fraude en matière mobilière, c'est l'introduction de la déclaration sermentelle. L'article 4 de la proposition dit : « Les personnes à qui incombe l'obligation de faire la déclaration de succession, devront affirmer par serment que la déclaration est sincère et complète. »

Nous avons examiné plus haut la question du serment et nous avons dit les motifs pour lesquels M. de Decker s'en déclarait adversaire. Ces motifs, nous les acceptons. L'obligation du serment en matière fiscale nous paraît injuste et odieuse. Elle fait du droit de succession un impôt sur la conscience.

Nous ajoutons que non seulement cette partie de la proposition est injuste et odieuse, mais que de nos jours

elle ne se conçoit plus du tout. Nous avons entendu dans ces dernières années certains hommes politiques, qui n'étaient pas les premiers venus, dire ce qu'ils pensaient de la force obligatoire du serment. Il s'agissait, il est vrai, du serment politique. Mais leur raisonnement peut s'appliquer tout aussi bien au serment fiscal. Pour nous, disaient-ils, le parjure n'existe pas, puisque le parjure suppose l'existence de Dieu et que cette existence, nous la nions. On impose aujourd'hui aux citoyens, désignés pour remplir une fonction publique, un serment de fidélité au Roi. L'athée républicain pourra-t-il le prêter ? Assurément, car il a à choisir entre l'impossibilité de remplir aucune fonction publique et un faux serment. Entre deux maux il faut choisir le moindre. Donc il choisira le faux serment.

Nous craignons fort que, si la déclaration sermentelle est introduite en matière fiscale, certains contribuables ne s'approprient ce raisonnement et ne disent : « Nous avons à choisir entre l'abandon d'une partie de notre patrimoine à l'État et le faux serment. Entre deux maux il faut choisir le moindre. Donc, choisissons le faux serment. »

Cette constatation n'est guère flatteuse, sans doute, pour notre amour-propre national. Mais, en matière de législation, il faut se préoccuper des situations réelles et non de situations idéales. Imposer le serment serait frapper doublement les gens consciencieux au profit des parjures.

Nous venons d'exposer les trois réformes que préconise la proposition Magnette en vue d'augmenter le rendement des impôts existants en ce qui concerne les meubles. Mais il y a autre chose dans cette proposition. Il y a d'abord une extension nouvelle donnée au principe de l'exemption des petites parts successorales, ensuite l'aggravation de l'impôt en ligne directe, enfin l'établissement d'un tarif progressif.

B. Extension nouvelle du principe de l'exemption des parts minimes

D'après les lois existantes, le droit de succession en ligne collatérale n'est pas perçu si la valeur globale de la succession ne s'élève pas, après déduction des dettes, au delà de 300 florins (634 fr., 92 c.). Il en est de même du droit de mutation en ligne directe, si la part successorale de l'héritier, du légataire ou de l'époux survivant est inférieure à 1000 fr. Le principe de l'exemption des parts minimes est donc inscrit dans la loi de 1817 et dans celle de 1851.

La proposition Magnette réclame l'exemption de toute part ne dépassant pas 5000 fr., valeur nette. Cette part serait établie à l'égard de chaque héritier, tant en ligne collatérale qu'en ligne directe, et non plus à l'égard de toute la masse successorale.

Nous comprenons que les parts insignifiantes soient affranchies de l'impôt. Nous comprenons encore que, pour fixer le minimum imposable, on considère, même en ligne collatérale, la part afférente à chaque héritier. Mais ce que nous ne pouvons pas admettre, c'est que l'on étende l'exemption de façon à ne plus atteindre que des parts déjà relativement considérables. Cela nous paraît une injustice et une imprudence.

C'est d'abord une injustice, et l'hypothèse suivante le prouve bien. Un individu achète un immeuble de 5000 fr. Le fisc prélève aujourd'hui sur le prix de vente des immeubles un droit de 5,50 p. c. Ce droit, dans l'espèce, sera perçu. Quel est l'économiste ou l'homme d'État qui songera à demander pour cet acheteur l'exemption de tout impôt? Pourtant l'impôt sur les ventes, quelque légitime qu'il soit, ne se justifie pas au même degré que l'impôt de succession.

La mesure proposée est aussi une imprudence. Car ne pense-t-on pas qu'un dégrèvement opéré dans des proportions aussi larges diminuera très sensiblement les revenus

de l'État? Il ne faut pas oublier que les successions modestes sont la règle générale. Il ne meurt pas tous les jours des millionnaires. Une somme de 5000 fr., répétée quelques centaines de fois, finit par former un capital énorme.

En Angleterre, où cependant la richesse est beaucoup plus concentrée et où, par conséquent, les grandes fortunes sont plus nombreuses, on n'exempte de l'*estate duty* que les successions dont la valeur globale n'excède pas 100 livres. Chez nous, la richesse est beaucoup plus éparpillée. Aussi croyons-nous que, si le législateur poussait aussi loin que le veut M. Magnette le principe de l'exemption, il ne tarderait pas à s'en repentir.

Une mesure qui nous paraît plus défendable, quoiqu'elle rentre dans le même ordre d'idées, est celle édictée par l'article 8 ainsi conçu : « Les pensions alimentaires inférieures à 600 fr. par an sont exemptes de tout droit. » Quoiqu'un revenu de 600 fr. représente déjà un capital assez important, nous croyons qu'un motif spécial d'humanité milite en faveur de cette disposition.

C. Aggravation de l'impôt en ligne directe

Article 5. « L'article 2 de la loi du 17 décembre 1851 est remplacé par les dispositions suivantes :

» L'impôt sera perçu sur l'actif net de la succession, en ce compris les créances hypothécaires ou chirographaires, les actions, obligations, parts d'intérêts ou de bénéfices, meubles et espèces, rien excepté ni réservé de ce qui constituera le patrimoine du défunt, mais sous déduction du passif admis en ligne collatérale par la législation actuelle. Aucun impôt ne sera dû par l'héritier donataire ou légataire dont la part, après déduction des dettes, ne dépassera pas 5000 fr.

» Sur la part nette de l'héritier, donataire au delà de

100 000 fr. et jusqu'à concurrence de 200 000 fr., la quotité de l'impôt est portée à 2 p. c. ; à 3 p. c. sur la même part au delà de 200 000 fr. et jusqu'à 500 000 fr.; à 4 p. c. sur la même part au delà de 500 000 fr. jusqu'à 1 000 000 ; à 6 p. c. sur la même part au delà de 1 000 000. »

Nous ne parlons pas pour le moment du caractère progressif de ce tarif. Nous examinerons ce point quand nous étudierons les changements proposés relativement à la ligne collatérale. Pour le moment ce qui nous intéresse, c'est que M. Magnette, dans la ligne directe, taxe les meubles au même titre que les biens immobiliers.

A notre avis — après ce que nous avons dit plus haut de certaines autres réformes — c'est là une mesure nécessaire et urgente, car elle tend à réparer une véritable iniquité. Il n'est pas juste et il répugne au bon sens que, si j'ai pour tout patrimoine un immeuble de 10 000 fr., je doive sur cet immeuble acquitter le droit de mutation en ligne directe, alors que mon voisin, qui n'a pas d'immeubles, mais qui possède dix millions de francs en valeurs de bourse, soit épargné par le fisc.

On nous répondra peut-être que, si la totalité de la succession est imposée, le fils sera forcé de dévoiler dans sa déclaration toute la situation active et passive de son père, et que cela pourra être très dur.

Mais, comme M. Frère le faisait remarquer dans la discussion de la loi de 1851, cette situation est très souvent déjà connue par des actes de partage.

Et puis, quand même cela ne serait pas, il faut de toute force que l'inégalité consacrée par l'article 2 de la loi de 1851 disparaisse, dût-on pour cela recourir à des mesures déplaisantes pour certains contribuables.

Au surplus, l'extension de l'impôt à toutes les catégories de biens pourra mener peut-être à une réduction des taux. Ce que les contribuables perdraient d'un côté pourrait donc être regagné de l'autre.

D. Tarif progressif

A) *Dispositions de la proposition Magnette*

La réforme capitale proposée par M. Magnette consiste, sans aucun doute, dans l'introduction du principe progressif. Nous venons de voir l'application que l'article 5 en fait aux successions en ligne directe.

Voici l'article 1er relatif à la ligne collatérale: « Les droits de succession et de mutation, au cas où il n'y a pas succession en ligne directe, sont établis comme suit :

» Entre frères et sœurs, sur la part héréditaire 8 p. c., pourvu que cette part ne dépasse pas 100 000 fr. Le droit sera de 1 p. c. en plus sur chaque centaine de mille fr. ou fraction au delà de 100 000 fr., sans pouvoir dépasser 15 p. c. ;

» Entre neveu ou nièce, petit-neveu ou petite-nièce et oncle ou tante, grand-oncle ou grand'tante, sur la part héréditaire, 9,40 p. c. Le droit sera de 1 p. c. en plus sur chaque centaine de mille fr. ou fraction au delà de 100 000 fr., sans pouvoir dépasser 18 p. c.;

» Entre tous autres parents ou personnes non parentes, comme aussi entre les parents ci-dessus indiqués, pour ce qui excédera la part héréditaire, de 15 p. c. Le droit sera de 1 p. c. en plus sur chaque centaine de mille fr. ou fraction au delà de 100 000 fr., sans pouvoir dépasser 25 p. c. ;

» Entre époux à 6,75 p. c. avec majoration de 1 p. c. sur chaque centaine de mille francs ou fraction au delà de 100 000 fr., sans pouvoir dépasser 15 p. c. ;

» Entre l'adoptant et l'adopté ou ses descendants à 9,40 p. c., avec majoration de 1 p. c. pour chaque centaine de mille fr., sans pouvoir dépasser 15 p. c.

» Pour tout ce qui n'est recueilli qu'en usufruit, il ne sera dû que la moitié des droits ci-dessus fixés. »

B) *Théorie de l'impôt progressif en matière de succession*

Dans la discussion qui précéda le vote sur la prise en considération, MM. Magnette et Denis déclarèrent être partisans d'un tarif progressif pour un motif de justice et aussi pour un motif financier. De nombreuses réformes démocratiques, disaient-ils, doivent être introduites dans notre législation. Pour cela il faudra de l'argent. Dans notre proposition, nous indiquons différents moyens d'obtenir cet argent et parmi ces moyens figure le tarif progressif.

M. de Smet de Naeyer, ministre des Finances, et M. Woeste prirent également la parole et attaquèrent vigoureusement l'innovation proposée.

Voici, au contraire, comment s'exprima M. Nyssens :

« Je ne me déclare pas, en matière de droits de succession, comme l'a fait l'honorable ministre des Finances, l'adversaire d'une certaine progression, pourvu qu'elle soit modérée et limitée.

» Les mots « impôt progressif » ne sont pas pour moi un épouvantail. Et l'opinion publique, pourvu qu'il soit modéré, s'y ralliera d'autant plus facilement qu'il y a une tendance à en atténuer le danger et à en changer le nom, en l'appelant, comme on l'a fait en France, « le droit dégressif » (1).

La question de la progression est assurément une de celles qui divisent le plus les économistes.

Ce que nous entendons examiner ici, ce n'est pas le problème de la progression dans son ensemble. Nous ne voulons aucunement discuter l'opportunité d'un tarif progressif pour tous les impôts directs existants, ni recher-

(1) On appelle « tarif dégressif » tout tarif gradué d'après le montant imposable, mais contenant un taux maximum. Le droit, dit-on, est proportionnel sur toutes les parts excédant le *quantum* prévu ; mais il est successivement atténué au fur et à mesure que les parts diminuent d'importance. De là le nom d' « impôt *dégressif* ».

cher les motifs pour ou contre la création d'un impôt progressif général sur le revenu. Cela est absolument en dehors du cadre que nous nous sommes tracé.

Un seul point nous intéresse. Un impôt progressif modéré, établi pour la matière très spéciale qui nous occupe, c'est-à-dire pour l'impôt de succession, pourrait-il se justifier ? En d'autres termes, *si l'État avait besoin de se créer de nouvelles ressources — car un impôt n'est légitime que s'il est nécessaire — et si les ressources que lui procureraient les mesures indiquées plus haut (apposition des scellés, inventaire, etc...) étaient encore insuffisantes,* aurait-on le droit de faire peser le supplément d'impôt exigé sur certaines catégories de citoyens plus favorisés de la fortune, ou devrait-on nécessairement le faire peser sur tout le monde ?

Assurément, nous n'avons pas pour la doctrine de la progression la sympathie exubérante et enthousiaste que d'aucuns lui ont vouée et nous ne sommes pas de ceux qui, d'après l'expression de M. Balfour, y voient la plus grande découverte du siècle. Mais si, dans les conditions que nous venons de dire, le législateur recourait, en matière de succession, à un tarif légèrement gradué, nous ne nous sentirions aucune envie de lui en faire un crime. Nous croyons même que cette conduite pourrait parfaitement se justifier.

Que voyons-nous aujourd'hui dans notre régime fiscal ? Il y a, d'une part, un certain nombre d'impôts directs, lesquels pour la plupart sont basés sur le principe d'une stricte proportionnalité, et d'autre part une quantité d'impôts indirects. Ces derniers sont-ils, eux aussi, proportionnels à la fortune du contribuable ? On l'a dit et répété : Les impôts indirects, ceux surtout qui grèvent les objets indispensables à l'existence, pèsent d'une façon bien plus lourde sur les classes populaires et sur les classes moyennes que sur les classes aisées. Chaque contribuable en supporte une part qui varie d'après l'étendue de sa

consommation. Or, cette consommation n'augmente pas dans la même proportion que la fortune dont on jouit. Celui qui possède 100 000 fr. de rentes n'utilise pas une quantité dix fois plus forte de café, de sucre, de coton, de laine, etc..., que celui qui n'a qu'un revenu de 10 000 fr. Le second, en conséquence, paiera sur les impôts frappant ces produits une quote-part de son patrimoine plus considérable que le premier. En réalité, les impôts indirects sont progressifs à rebours.

Il suit de là que, même en partant de ce principe que l'idéal en matière fiscale est l'exacte proportionnalité des charges, on pourrait soutenir que, pour réaliser cet idéal, il faudrait établir un contrepoids aux inégalités créées par les impôts indirects.

En quoi consistera ce contrepoids ? Dans l'application à certains impôts directs du système progressif. Ces impôts frapperont davantage les riches, moins lourdement atteints par les impôts indirects, et l'inégalité dans une certaine mesure se trouvera rétablie.

C'est ainsi que déjà le législateur belge a introduit certains impôts de luxe à échelle progressive. La contribution personnelle du chef des serviteurs et des chevaux croît dans une proportion beaucoup plus forte que celle du nombre de bases imposables : pour 1 cheval de luxe on paie 60 fr.; pour 2 chevaux on paie 70 fr. par tête; pour 5 et au delà, 80 fr. par tête.

Si le législateur désirait, dans une certaine mesure, appliquer le même système aux droits de succession, il trouverait donc certainement de bons arguments pour défendre sa thèse.

On nous demandera peut-être : « Croyez-vous que pour le cas où l'on voudrait tenter une application prudente et modérée du tarif progressif, il y aurait des motifs de se tourner du côté des droits de succession plutôt que du côté de tel ou de tel autre impôt ? » Nous répondrons que ces motifs sont multiples.

a) Il s'agit d'une matière soumise essentiellement à la réglementation de l'État. C'est l'État qui règle l'ordre de successibilité. Cet ordre, il peut le modifier quand il le veut. C'est lui encore qui décide jusqu'à quel degré la succession aura lieu *ab intestat*. Et quant au droit de disposer par testament, on sait combien de limitations la liberté du *de cujus* a subies en cette matière... Si l'État dans l'espèce a un pouvoir si considérable, à plus forte raison pourra-t-il préférer un mode d'imposition à un autre, et exiger de l'héritier d'une succession opulente une contribution proportionnellement plus lourde que celle qu'il exige d'un autre citoyen.

b) Ce que l'impôt de succession atteint, ce n'est pas, comme la plupart des impôts, un bien acquis par le travail du contribuable, mais un bien acquis gratuitement, sans que le contribuable se soit donné pour cela la moindre peine. Dès lors la progression, quand même elle devrait entraîner forcément des tarifs très élevés, comme on le soutient — et nous verrons que cela est inexact — devrait être appliquée à l'impôt sur les successions avant de l'être à d'autres impôts.

c) L'impôt sur les successions est une des taxes pour lesquelles l'établissement d'un tarif progressif offre le moins de difficultés pratiques. Il y a des impôts — tels les droits indirects — pour lesquels la progression ne se conçoit même pas. Pour d'autres, elle se conçoit; mais son établissement entraînerait bien des inconvénients. Ici, au contraire, grâce aux mesures que nous avons préconisées, on peut arriver à une évaluation relativement exacte de la somme imposable.

d) Enfin, on serait assez mal venu de protester ici au nom du principe proportionnel; car, en matière de droits de succession, ce principe est manifestement violé. L'État ne se contente pas de percevoir sur toutes les successions indistinctement un tantième pour cent. Les taux sont gradués. La différence entre cette graduation et celle proposée

par M. Magnette, c'est que la première est basée sur le degré de parenté et la seconde sur le montant de l'héritage. Il n'en est pas moins vrai que, des deux côtés, la proportion est rompue.— Les partisans intransigeants de la proportion veulent que l'impôt soit *objectif*. Ce mot revient souvent dans leurs écrits et dans leurs discours. Ils entendent par là que celui qui établit l'impôt ne doit avoir égard qu'à la somme frappée, et non à la personne du contribuable. Dans l'espèce, il n'en est pas ainsi. Nous sommes en pleine *subjectivité*.

Nous venons de prouver :

1° Que, même dans le seul but de ramener l'ensemble des impôts payés par les contribuables à une certaine proportionnalité, on pourrait admettre l'établissement de quelques taxes progressives ;

2° Qu'il y aurait lieu, pour un pays qui veut faire l'expérience du principe progressif, de l'appliquer aux droits de succession, avant de l'appliquer à d'autres impôts.

Il nous reste à voir les grandes objections de principe qu'on oppose à l'introduction du tarif progressif. Elles sont au nombre de quatre :

Première objection. Une des règles constitutionnelles de tous les États modernes, c'est, dit-on, l'égalité de tous les citoyens devant l'impôt. Or, ce principe ne peut être réalisé que par l'impôt proportionnel.

On motive cette proposition de deux façons différentes. Les uns prétendent que l'impôt est la rémunération d'un service rendu. L'État garantit à l'héritier ou au légataire que la succession à laquelle il est appelé lui sera intégralement dévolue et que, s'il est troublé dans sa jouissance, la force publique interviendra pour le protéger. En échange de cette protection, l'héritier ou le légataire est tenu de payer le droit de succession. Le service rendu par l'État, ajoute-t-on, est d'autant plus considérable que la somme dont la libre possession est garantie est plus importante. L'ouvrier est payé en proportion de son travail et la règle

doit rester la même, si cet ouvrier s'appelle l'État. Conclusion : tout impôt doit être strictement proportionnel au montant des biens frappés. S'il en était autrement, il n'y aurait plus une règle unique pour tous les contribuables — partant, plus d'égalité.

Cette théorie est de plus en plus abandonnée, car plus personne n'admet de nos jours que les devoirs du citoyen envers l'État soient le résultat d'un contrat. Or, c'est bien à cela qu'aboutissent, sans s'en douter, les partisans de l'impôt-échange.

D'autres auteurs n'admettent pas que l'impôt soit la rémunération d'un service rendu. Le contribuable et l'État ne sont pas, à leur avis, des cocontractants échangeant des prestations. L'État est un souverain, et c'est à ce titre qu'il opère sur les facultés individuelles, des prélèvements destinés à subvenir aux dépenses publiques. Mais ils ajoutent que ces prélèvements doivent être répartis entre tous les citoyens *en proportion* de leur fortune. C'est là le seul moyen d'obtenir l'égalité devant l'impôt.

Cela est-il rigoureusement exact ? Est-il vrai que l'égalité consiste à percevoir toujours sur la même somme le même impôt, quel que soit le propriétaire de la somme ? Nous ne le croyons pas. Tout être humain éprouve une série de besoins et de désirs. D'abord il doit manger, boire, se vêtir ... en un mot, se procurer ce qui est indispensable à son existence. Ce premier besoin — besoin de *conservation* — satisfait, il en naît un autre : c'est le besoin d'un certain *confort*. Ceci comprend différents degrés. Entre le confort qui n'est que l'absence de gêne et celui qui confine au luxe, il y a toute une gamme de situations intermédiaires. Il en est de même pour le *luxe*. Tout impôt nous prive des moyens de satisfaire un de ces besoins ou de ces désirs. Il exige donc de nous un sacrifice. Celui-ci sera d'autant plus pénible que le besoin est plus intense. Si l'impôt n'entre en conflit qu'avec mon besoin de luxe, il sera moins onéreux que si le conflit s'établit avec mon besoin

de conservation. Deux individus sont appelés à une succession. La première succession est de 1000 fr., la seconde de 1 million. Si l'État prélève sur les successions une taxe uniforme de 5 p. c., le sacrifice pour celui qui recueille la première succession sera bien plus considérable que pour celui qui recueille la seconde. Dans le premier cas, on empêchera la satisfaction de besoins beaucoup plus intenses que dans le second.

On infère de là que, pour que le sacrifice imposé à chaque contribuable soit le même, la simple proportionnalité ne suffit peut-être pas. Il faut pour cela recourir au système progressif. Comme le dit très bien M. Seligman, « pour réaliser l'égalité des sacrifices, il faut que la charge du riche soit plus lourde que celle du pauvre, non seulement d'une façon absolue, mais *d'une façon contingente* » (1).

Deuxième objection. Au Parlement français M. Cavaignac et, à sa suite, M. Labat, ont soutenu qu'un tarif gradué établi en matière de succession ne contient pas le véritable principe progressif. Ce principe consiste à frapper un capital ou un revenu selon la fortune que possède le contribuable, tandis que dans le cas d'impôt sur les successions une part successorale est frappée, quelle que soit la fortune de celui à qui elle est échue.

A cette objection M. Edmond Villey, dans une *Chronique législative* publiée dans la REVUE D'ÉCONOMIE POLITIQUE (janvier 1896), réplique : « L'argument prouve simplement qu'on joue parfois agréablement sur les mots au Palais-Bourbon : la progression dépend ici non de la fortune du successible, mais de l'importance de la succession ; voilà toute la différence ! »

Cela est vrai, mais ne répond pas à l'objection. La vraie réponse, c'est qu'une observation constante a appris que

(1) *Progressive taxation in theory and practice*, American Economic Association, 1894; page 132. Messrs. Swan Sonneschein and Cº, London.

les petites successions vont aux petites gens et les grandes successions aux grands propriétaires. Donc, sauf de rares exceptions, l'impôt variera avec la fortune du successible.

Troisième objection. Toute taxation progressive, dit-on, est arbitraire et mène à la confiscation. Il n'y a aucune règle fixe pour déterminer la mesure dans laquelle les taux doivent s'élever. Par contre, les taux proportionnels reposent sur une base solide et ne laissent place à aucun arbitraire, puisque toutes les successions indistinctement sont frappées d'un tantième pour cent.

Mais d'abord ce caractère de fixité, de stabilité plus grande que l'on attribue au régime proportionnel, est peut-être assez chèrement acheté. Car ne peut-on pas dire qu'il entraîne une certaine injustice? On part de cette idée qu'en matière d'impôts, la règle doit consister à imposer à chacun des sacrifices inégaux. Or, « il est douteux, dit M. Seligman, qu'une stabilité plus grande qui a comme conséquence une injustice soit préférable à une stabilité moindre qui, d'une manière générale, tend à l'équité » (1).

Au reste, il ne faut pas s'imaginer que les taxes proportionnelles échappent complètement au reproche d'arbitraire. Pourquoi demander aux frères et sœurs 6,80 p. c. et non 5 p. c. ou 8 p. c. ? Il n'y a à cela d'autre motif que la volonté du législateur.

On dit que l'impôt progressif mène à la confiscation. Mais est-ce bien à l'idée même de la progression que cette objection s'applique ? Si l'on établissait, comme le disait M. Doumer à la Chambre française, un impôt de 100 p. c., il serait abusif quoique proportionnel. De même, si la progression est rapide et illimitée, de façon à absorber la totalité ou la plus grande partie des successions d'une certaine importance, il y aurait lieu de parler de spoliation et de confiscation. Mais jamais aucun partisan raisonnable de l'impôt progressif n'a réclamé un tarif sans un

(1) *Progressive Taxation*, p. 194.

taux maximum bien déterminé. Au delà de ce taux la progression s'arrête et la taxe devient proportionnelle.

Mais, nous dit-on, ce taux maximum n'est de votre part qu'une concession. Elle ne découle pas du principe progressif : au contraire, elle y déroge. Vous sacrifiez dans la pratique une partie de votre principe, et vous y êtes forcé, parce que, si vous l'appliquiez logiquement, vous iriez aux pires injustices.

Ceci est complètement erroné. La théorie de l'égalité des sacrifices n'a pas, comme conséquence, le système indéfiniment progressif, mais le système dégressif. La graduation des taux dans cette théorie est fondée sur l'intensité des besoins que le contribuable, par suite de l'impôt, est empêché de satisfaire. Or, il n'y a guère de différence entre l'intensité des satisfactions dont on prive celui qui est trois fois millionnaire et l'intensité des satisfactions de celui qui l'est quatre fois. Dès lors le taux, en vertu même du principe de l'égalité des sacrifices, doit, à partir d'une certaine limite, devenir proportionnel.

Quatrième objection. C'est à tort, dit-on, que les partisans de la progression attendent de leur système une majoration de revenus pour l'État. En réalité, l'impôt progressif n'est pas plus productif que l'impôt proportionnel. Il ne faut pas perdre de vue les trois faits suivants :

a) Les capitaux, pour se soustraire à des charges trop lourdes, émigrent ;

b) A toute aggravation de l'impôt correspond un redoublement de fraude ;

c) En Belgique, plus qu'ailleurs, les grandes fortunes sont rares.

Les capitaux, prétend-on, émigrent. En Angleterre, lors de la réforme de 1894, certains prophètes de malheur avaient tenu le même langage. Il semble aujourd'hui que leurs pronostics ne se soient guère réalisés. Non seulement l'Angleterre n'a pas vu son développement entravé ; mais les derniers budgets accusent une situation si favo-

rable que l'on a pu songer à opérer des dégrèvements notables au profit de l'agriculture... Et puis, ce qui pourrait pousser les capitaux à émigrer, ce n'est pas le fait de la progression en lui-même; c'est l'exagération des taux. Cette exagération peut se présenter sous le régime proportionnel, comme sous le régime progressif.

Cette dernière considération sert également de réponse à la deuxième partie de l'objection, d'après laquelle l'impôt progressif serait une excitation à la fraude. — Au surplus, nous nous demandons si la fraude, en matière de droits de succession, ne sévit pas en Belgique où les taux ne montent pas avec l'importance de la somme imposable, tout comme en Angleterre où le *Finance Act* de 1894 a introduit le système progressif.

On dit enfin que les grandes fortunes sont rares en Belgique. Soit! Le nombre des millionnaires est assez restreint. Mais ce n'est pas au chiffre de 1 million que la progression doit commencer. Dans la proposition Magnette, tout individu recueillant une part successorale supérieure à 100 000 fr. paie une surtaxe.

Il faut ajouter que, quand même le tarif progressif ne mettrait pas un sou de plus dans les caisses de l'État, encore y aurait-il peut-être lieu de l'introduire. Car il aurait pour effet d'apporter dans la répartition des charges une plus grande somme de justice.

c) *Appréciation du tarif de la proposition Magnette*

Nous ne saurions donc pas nous déclarer *a priori*, et quelles que soient les circonstances, adversaire de l'établissement de toute taxe progressive sur les successions. Est-ce à dire que nous approuvions de tout point le tarif de la proposition Magnette? Loin de là. Ici, comme partout, il faut faire le départ entre les qualités et les défauts.

La qualité essentielle de tout système progressif, c'est qu'il soit empreint de beaucoup de modération. C'est à

cette condition seulement qu'il échappe — tout comme l'impôt proportionnel — au reproche de confiscation.

Le tarif proposé est-il modéré ?

Il faut relever à son avantage deux grands mérites :

1° Le système suivi est celui de la progression graduée par tranches. Les taux les plus élevés ne frappent que les tranches supérieures des parts successorales. C'était aussi, nous l'avons vu, le mode de progression auquel s'était arrêté M. Doumer. En Angleterre, par contre, les taux frappent la somme imposée dans son entièreté.

2° La progression ne commence qu'à partir de 100 000 fr., chiffre relativement très élevé. Peut-être même, au point de vue purement théorique, les auteurs de la proposition ont-ils péché par excès de modération. Frapper du même taux les parts de 10 000 fr. et celles de 100 000 fr. ne semble pas tout à fait conforme à l'égalité des sacrifices. Mais, dès que l'on se trouve sur le terrain de la pratique, les déductions rigoureuses et exclusives de tout tempérament ne sont plus de mise.

Nous devons malheureusement ajouter que, si la proposition a des mérites, elle renferme aussi de graves imperfections.

C'est d'abord l'exagération des taux. Les taux, en ligne directe, peuvent monter jusqu'à 6 p. c. ; pour les frères et sœurs, le conjoint survivant, l'adoptant, l'adopté ou ses descendants, ils peuvent monter jusqu'à 15 p. c.; pour les neveux et nièces, les petits-neveux et petites-nièces, les oncles et tantes, les grands-oncles et grand'tantes, jusqu'à 18 p. c. Pour les autres héritiers ou légataires, l'impôt peut atteindre le taux de 25 p. c. — Comme M. Nyssens le faisait remarquer dans la discussion sur la prise en considération, il y a là une exagération manifeste.

Voici un second défaut. En France, à l'occasion de l'élaboration du projet Doumer, on a beaucoup insisté sur ce point que les distances entre chaque échelon devaient être petites au début et grandes à la fin. Il y a relative-

ment les mêmes différences à établir entre une part de 100 000 fr. et une de 200 000 fr. qu'entre une part de 1 million et une de 2 millions. La proposition Magnette — du moins quant à l'impôt en ligne collatérale — ne tient aucun compte de ce point. Tous les échelons s'espacent également. Entre deux tranches successives du tarif il y a uniformément un écart de 100 000 fr. A chaque nouvel échelon le taux monte de 1 p. c.

A notre avis, ces deux défauts pourraient être corrigés de la façon suivante :

a) Pour toute part successorale ne dépassant pas 100 000 fr., le taux demeurerait le même qu'aujourd'hui. M. Magnette, au contraire, de 5,50 p. c., 6,80 p. c., 8,20 p. c., 13,80 p. c., propose de porter les taux minima à 6,75 p. c., 8 p. c., 9,40 p. c., 15 p. c. Le taux du droit de mutation en ligne directe est maintenu dans sa proposition à 1,40 p. c.

b) Les fractions de parts iraient, en ligne directe comme en ligne collatérale, en doublant toujours, tandis que l'impôt augmenterait en même temps d'une manière régulière de $\frac{1}{2}$ p. c.

Ce système donnerait une base de progression rigoureusement mathématique.

D'un autre côté, nous considérons le taux de $\frac{1}{2}$ p. c. comme tout à fait suffisant.

Une part successorale de 200 000 fr. paierait donc $\frac{1}{2}$ p. c. de plus qu'une part de 100 000 fr., de même qu'une part de 400 000 fr. paierait $\frac{1}{2}$ p. c. de plus qu'une part de 200 000 fr., et ainsi de suite.

Les différentes tranches indiquées au tarif seraient les suivantes : de 100 000 fr. à 200 000 — de 200 000 fr. à 400 000 — de 400 000 fr. à 800 000 — de 800 000 fr. à 1 600 000 — de 1 600 000 fr. à 3 200 000. Après 3 200 000 fr. la progression s'arrêterait.

La différence de taxation entre une succession de

100 000 fr. et une de 3 200 000 fr. serait ainsi de 2 $\frac{1}{2}$ p. c. et les taux obtenus seraient, on le voit, beaucoup plus modérés que ceux de M. Magnette.

§ 2. *Quelques autres réformes*

Avant de conclure, nous tenons à faire sur la proposition Magnette une remarque importante. C'est que les auteurs de la proposition semblent trop exclusivement préoccupés du désir d'accroître les revenus du Trésor. Sauf ce qui a rapport à l'exemption des parts minimes — et cette disposition ne pouvait manquer à une proposition émanée d'un groupe ultra-démocratique — tous les articles tendent à ce but. Le but en lui-même n'est pas blâmable, mais il ne doit pas faire oublier la nécessité de certaines réformes qui ne sont nullement lucratives pour le Trésor, mais qui sont impérieusement réclamées par une idée de justice.

Énumérons quelques-unes de ces réformes.

1° M. Magnette et ses amis n'établissent pas une évaluation plus rationnelle de l'usufruit et de la nue propriété. Nous avons résumé plus haut les travaux du Parlement français sur ce point. Lorsqu'il s'agira de modifier notre législation sur les droits de succession, on fera bien de demander quelques conseils à nos voisins du Sud (1).

(1) Dans la séance du Sénat du 24 juin 1896, au cours de la discussion du budget des finances, M. Le Clef insistait sur le point suivant : La suspension des droits dus par le nu propriétaire est subordonnée à la condition qu'il soit fourni caution suffisante. Ce cautionnement peut être donné de différentes manières. On peut citer, entre autres : 1° l'affectation hypothécaire ; 2° un versement à la Caisse des dépôts et consignations ; 3° l'inscription au grand-livre de la Dette publique belge.

Si le nu propriétaire est une personne indigente ou jouissant de peu d'aisance, il est dans l'impossibilité de fournir l'un des deux derniers modes de cautionnement, et le premier lui-même entraîne des frais considérables.

C'est pourquoi l'honorable sénateur se demandait si le Gouvernement ne pourrait pas accorder une réduction à ceux qui paieront au comptant les

2° Une autre réforme qui s'impose, c'est la substitution, pour l'évaluation des immeubles, de la valeur vénale au revenu capitalisé. Les successeurs en ligne directe ont aujourd'hui le choix entre trois modes d'évaluation : l'évaluation par le revenu capitalisé, l'évaluation faite par le fisc d'après une expertise préalable à la déclaration des parties et l'évaluation par les parties elles-mêmes, sauf le droit de contrôle par voie d'expertise accordé à l'administration.

Le premier mode devrait disparaître. La valeur calculée sur la base du revenu — ce revenu fût-il le revenu réel — a des inconvénients que nous avons signalés plus haut. Mais le revenu dont il s'agit ici est le revenu cadastral et, très souvent, il ne correspond à aucune réalité. Certains immeubles sont donc évalués au delà de leur valeur réelle ; pour d'autres, cette valeur réelle est supérieure à l'estimation du fisc. Le second cas étant, croyons-nous, de loin le plus fréquent, la réforme ne supprimerait pas seulement une injustice; elle serait en outre — ce qui ne constituerait, d'ailleurs, que son mérite accessoire — une bonne opération financière.

On n'objectera plus, croyons-nous, comme on l'a fait en 1851, la crainte de voir le fisc s'immiscer dans les affaires des contribuables contre le gré de ceux-ci. Cette crainte, en matière immobilière, paraît chimérique et n'est certainement pas un argument suffisant pour faire maintenir les conséquences iniques auxquelles donne lieu le régime actuel.

droits liquidés du chef de la nue propriété. Cette réduction se déterminerait d'après les tables de mortalité, en tenant compte du nombre d'années de vie probable de l'usufruitier. Il y aurait avantage pour les débiteurs et pour le Trésor : celui-ci jouirait, en effet, immédiatement d'un capital qu'il n'a le droit d'exiger, suivant la loi existante, qu'après un terme plus ou moins long.

M. le ministre des Finances déclara, dans sa réponse à M. Le Clef, que c'était là une solution scientifique et qu'il s'engageait à l'examiner avec une sérieuse attention.

CONCLUSION

M. Galopin, dans son discours sur les *Droits de succession*, que nous avons eu déjà l'occasion de citer, disait en terminant : « Il est permis d'espérer... que les Chambres qui seront élues par le nouveau corps électoral, sauront réaliser les nombreuses réformes que commandent les principes de justice et d'équité sociale dans la matière des impositions publiques. » Ces paroles peuvent aussi servir de conclusion à cette étude.

Quand le moment sera venu de refondre notre régime fiscal — et la question est depuis longtemps à l'ordre du jour — nous espérons que le législateur n'oubliera pas de jeter les yeux du côté des droits de succession. Il y a là, nous croyons l'avoir prouvé, bien des inégalités à corriger, bien des abus à réformer.

Le système qui nous régit est suranné. Il faut, de toute nécessité, y introduire les modifications qu'exigent les circonstances actuelles.

Lors donc que la question des droits de succession sera portée devant le Parlement, le législateur devra, pour faire œuvre utile et bonne, s'inspirer des principes suivants :

L'impôt, pour être juste, doit frapper également toutes les catégories de biens et ne pas peser de tout son poids sur une catégorie déterminée. Les meubles doivent être imposés comme les immeubles, et, si des fraudes se produisent, on doit prendre des mesures en conséquence.

Il faut, autant que possible, que le contribuable paie sur la valeur exacte de ce qu'il recueille. Les évaluations de convention — évaluation des immeubles au moyen du revenu capitalisé, évaluation arbitraire de l'usufruit et de la nue propriété — doivent être repoussées comme contraires à cette règle.

Il faut que le législateur évite de contribuer par l'impôt

LES ÉTOILES

LEUR DISTANCE A LA TERRE

LEUR NOMBRE. — LEUR DISTRIBUTION DANS L'ESPACE

Le jour où Galilée dirigea pour la première fois la lunette vers le ciel, il vit les bornes de l'Univers reculer devant lui : dans certaines régions de la sphère céleste où l'œil nu n'apercevait que deux ou trois étoiles, se montraient des centaines de points lumineux. C'étaient de nouveaux mondes ouverts à la curiosité de l'intelligence humaine, toujours avide de découvertes. Elle y pénétra avec ardeur.

Nous n'avons l'intention ni de la suivre pas à pas dans cette investigation, ni d'envisager dans leur ensemble ses conquêtes dans cette branche de la science du ciel qui s'appelle l'*astronomie stellaire*. Nous voulons simplement indiquer ce qu'elle nous apprend de la distance des étoiles à la Terre, de leur nombre et de leur distribution dans l'espace. Ce que nous en dirons n'épuisera pas le sujet ; ce sera plutôt une invitation pour nos lecteurs à lire le beau livre que vient de publier M. Ch. André intitulé *Traité d'astronomie stellaire* (1); nous y avons largement puisé, surtout en traitant du nombre et de la distribution des étoiles.

(1) Première partie : *Étoiles simples*. Un vol. in-8° de 344 pp. — Paris, Gauthier-Villars, 1899.

I

Pour dégager en toute rigueur la mesure, en fonction d'une unité convenable, de la distance d'une étoile déterminée à la Terre, il faut connaître deux choses : la grandeur kilométrique du rayon moyen de l'orbite terrestre et l'angle sous lequel un observateur placé sur l'étoile verrait ce rayon de face. On donne à cet angle le nom de *parallaxe* de l'étoile.

La valeur du rayon moyen de l'orbite terrestre nous est fournie par la mesure de la parallaxe solaire : elle se chiffre par le nombre de 144 000 000 kilomètres environ.

Quant à la parallaxe stellaire, voici le principe qui sert de point de départ à sa mesure. Si l'on réunit tous les rayons visuels qui partent de l'étoile, réduite à un point, pour aboutir aux différents lieux que le centre de la Terre occupe successivement dans l'espace pendant un an, on obtient un cône ayant pour base l'orbite terrestre et pour sommet l'étoile elle-même. Ce cône présente deux propriétés évidentes. D'abord, son ouverture est plus ou moins étroite, suivant que le plan de l'orbite terrestre est plus ou moins éloigné de l'étoile ; ensuite, ce cône est droit, si l'étoile est placée sur la perpendiculaire menée du centre de l'orbite terrestre ; il est oblique pour toute autre position de l'étoile, et d'autant plus oblique que l'angle formé par la perpendiculaire au plan de l'orbite terrestre et la droite menée de l'étoile au centre de cette orbite, se rapproche davantage d'un angle droit. Quand il atteint cette valeur, c'est-à-dire quand l'étoile se trouve dans le plan même de l'écliptique, le cône se réduit à un triangle ayant pour base le diamètre de l'orbite terrestre. C'est l'ouverture de ce cône ou l'angle au sommet de ce triangle qu'il s'agit de mesurer.

Comment s'y prendre dans l'impossibilité où nous sommes de nous transporter au sommet de ce cône ou de

ce triangle? La chose serait, sinon aisée, au moins abordable si le problème pouvait être renversé : si la Terre, où nous sommes, était fixe, et si l'étoile décrivait, dans l'espace à la distance qui nous en sépare, une orbite identique à celle de la Terre. Eh bien! c'est précisément dans ces conditions que nous place l'illusion qui nous fait croire à notre fixité et nous fait attribuer aux astres qui nous entourent notre propre mouvement.

En dépit de notre révolution autour du Soleil, nous nous croyons immobiles dans l'espace; dès lors, tous les rayons qui partent de notre œil pour aboutir à l'étoile nous semblent partir d'un point fixe, celui où nous nous figurons être au repos. Il n'en est pas moins vrai que tous ces rayons occupent, en réalité, successivement dans l'espace les directions que nous leur avons vu prendre tantôt; et comme ils ont pour extrémités les deux mêmes points, l'œil de l'observateur et l'étoile, ils ont aussi la même longueur. Il en résulte que l'aspect du phénomène est renversé : notre œil, supposé fixe, devient le sommet du cône ou du triangle dont l'étoile semble décrire la base, en traçant à l'endroit qu'elle occupe dans l'espace une orbite égale à l'orbite terrestre. Nous voyons d'ici cette orbite apparente dans les mêmes conditions où l'on voit de là-bas l'orbite réelle de la Terre. Elle nous paraît donc d'autant plus petite que l'étoile est plus éloignée de nous. Elle se présente par la tranche et, par conséquent, sous la forme d'une ligne droite, si l'étoile est située dans le plan de l'écliptique; nous la voyons de face, si la Terre nous semble située sur la perpendiculaire menée au centre de cette orbite apparente ; nous la voyons d'autant plus obliquement que la ligne menée de l'étoile à l'œil de l'observateur, fait avec cette perpendiculaire un angle plus voisin d'un angle droit.

Or, on sait qu'un cercle vu obliquement se présente sous la forme d'une ellipse dont le grand axe seul conserve la grandeur angulaire du diamètre du cercle vu de

face à cette distance, et que cette ellipse est d'autant plus aplatie que le cercle est vu plus obliquement. Ainsi, en vertu du mouvement apparent que donne aux astres la circulation réelle de notre globe autour du Soleil, une étoile située au pôle de l'écliptique décrit un cercle sur la sphère céleste, les étoiles situées entre ce point et l'écliptique y tracent des ellipses d'autant plus aplaties qu'elles correspondent à des étoiles plus voisines de l'écliptique ; ces ellipses se réduisent à des lignes droites pour les étoiles situées sur l'écliptique même.

Après ce que nous avons dit plus haut des causes de ce phénomène, il est superflu d'ajouter qu'on peut prévoir facilement toutes les circonstances du mouvement d'une étoile déterminée sur son ellipse. C'est à l'observation de ces circonstances et à la mesure angulaire du grand axe de cette ellipse, qui représente le double de la parallaxe stellaire, qu'un grand nombre d'astronomes, et des plus illustres, se sont voués depuis plus d'un siècle et demi. Telles ont été les difficultés rencontrées qu'on n'a pu mesurer jusqu'ici, d'une façon assez exacte, que la parallaxe d'un très petit nombre d'étoiles.

Un des premiers et des plus connus qui se soient occupés de ces mesures, est le célèbre astronome anglais Bradley (1692-1762). Au cours de ses recherches, il découvrit l'aberration de la lumière et la nutation de l'axe terrestre, qu'il ne cherchait pas ; mais pas le moindre indice, dans le mouvement des étoiles qu'il observait, qui pût lui donner une idée précise de leurs parallaxes. Ses successeurs, jusqu'à la fin du siècle dernier, parvinrent tout au plus à démontrer que pour le plus grand nombre des étoiles, sinon pour toutes, la parallaxe ne pouvait pas dépasser une seconde d'arc. On comprend, dès lors, toute la difficulté d'un problème qui consiste à dégager un angle aussi minime des circonstances du mouvement complexe que donnent à chaque étoile l'aberration, la nuta-

tion, la réfraction et la parallaxe, la part qui revient à celle-ci étant presque toujours la plus petite.

Le résultat, en apparence décourageant, des recherches entreprises jusqu'à la fin du dernier siècle, ne fut cependant pas sans profit pour les astronomes. Il leur avait appris que les instruments à réticule étaient presque impuissants à déceler un angle si petit ; l'épaisseur du fil, si mince qu'on le suppose, suffisant presque toujours à couvrir la grandeur qu'il fallait mesurer. De plus, il les amena à étudier non plus le mouvement apparent absolu de l'étoile dont ils voulaient mesurer la parallaxe, mais son mouvement relatif aux étoiles voisines. Cette méthode, comme nous allons le voir, permet d'atteindre la parallaxe sans se heurter aux obstacles accumulés par l'aberration, la réfraction et la nutation.

Le rapprochement apparent de deux étoiles sur la sphère céleste n'implique pas, évidemment, qu'elles sont à la même distance de la Terre ; l'une d'elles peut très bien être beaucoup plus rapprochée de nous que sa compagne de hasard. Supposons que nous ayons de bonnes raisons de croire qu'il en est réellement ainsi, en sorte que la parallaxe de la seconde étoile puisse être considérée comme nulle en face de la parallaxe de la première. Grâce à leur rapprochement sur la sphère céleste, les deux astres subiront la même influence relative à l'aberration, à la réfraction et à la nutation ; mais le premier inscrira les effets de sa parallaxe dans son mouvement par rapport au second.

Cette méthode des mouvements relatifs suggérée déjà par Galilée et analysée plus tard, vers 1675, dans une lettre adressée à la Société Royale de Londres par Gregory d'Édimbourg, fut employée d'abord par le Dr Long, au milieu du siècle dernier, puis par William Herschel. Mais ni l'un ni l'autre ne réussirent : le premier, parce qu'il avait pris comme sujet de recherches des groupes binaires réels ; le second, parce que les étoiles observées

étaient, de fait, à peu près à égale distance de la Terre. Il fallut attendre jusqu'au milieu du second quart de ce siècle, pour en tirer profit. La gloire de ce premier succès était réservée à Bessel.

Il se servit, dans ses observations, d'un héliomètre. On sait que la lentille objective de cet instrument est coupée diamétralement en deux parties pouvant glisser l'une contre l'autre. Lorsque les deux demi-lentilles sont juxtaposées de façon à avoir leur foyer principal au même point, la lunette ne donne qu'une seule image de l'étoile observée. Mais lorsqu'on fait glisser les deux moitiés de la lentille, l'image se dédouble. L'écartement angulaire des deux images dépend du déplacement relatif des deux parties de l'objectif ; on comprend sans peine que l'on puisse lire la mesure de cet écartement sur le tambour de la vis micrométrique qui règle le déplacement des demi-lentilles. L'étoile que Bessel choisit pour en mesurer la parallaxe, fut la 61e du Cygne. Ce choix lui fut suggéré par le mouvement propre considérable de cette étoile. Bessel crut, avec raison, qu'un mouvement propre plus grand pour une étoile que pour ses voisines, permettait de la croire plus rapprochée de nous que celles-ci. Il choisit pour points de comparaison deux étoiles situées l'une à 8′, l'autre à 12′ environ de la 61e. Il dédoublait en faisant glisser les deux moitiés de la lentille de l'héliomètre, convenablement orienté, les images des deux étoiles dont il voulait mesurer la distance angulaire, de façon que les quatre images fussent sur une même droite et situées à égale distance l'une de l'autre. Cette méthode, qu'il estimait plus correcte, lui donnait le double de la distance angulaire. Après un grand nombre de mesures, il trouva qu'effectivement la 61e se rapprochait et s'éloignait de chacune des deux étoiles de comparaison, de l'allure même que lui avait indiquée la théorie. La mesure des éléments de ce mouvement relatif lui donna comme parallaxe 0″,35.

Beaucoup d'observateurs se sont livrés depuis aux mêmes recherches, et les moyens qu'ils ont employés ont été des plus variés (1). Celui de Bessel n'a pas vieilli et il a été perfectionné par les astronomes Gill et Elkin, en 1884. On s'est servi tour à tour de mesures micrométriques, faites soit avec l'héliomètre, soit avec le micromètre, de passages d'étoiles dans le plan méridien et de la mesure à ce moment de leur distance zénithale ; enfin, on a eu recours à la photographie. Ce dernier procédé, mis en œuvre d'après une méthode ingénieuse due à M. Kapteyn, de l'Observatoire de Leyde, nous promet des parallaxes par centaines (2). Voici, d'après le BULLETIN ASTRONOMIQUE (3), quelques indications relatives à cette méthode proposée, en 1889, au Comité de la carte photographique du ciel. « Les clichés destinés au catalogue devaient être faits de la manière suivante : 1° Chaque plaque de la série serait impressionnée au moment de la parallaxe maxima pour les étoiles de cette plaque ; les clichés ne seraient pas développés, mais mis de côté dans des boîtes bien fermées ; 2° six mois après la première pose, on en ferait une seconde sur chaque plaque, en se servant de la même étoile de repère, mais avec un réglage un peu différent du micromètre de la lunette-pointeur, de façon que chaque plaque conserve une image latente double de toutes les étoiles ; 3° douze mois après la première pose, on en ferait une troisième, en déplaçant encore davantage le micromètre de la lunette-pointeur. La plaque serait exposée sous le réseau avant cette dernière pose. En la développant, on devait trouver trois images de chaque étoile et une image du réseau, et il est facile de voir que les coordonnées de ces images, mesurées sur la plaque, permet-

(1) Nous renvoyons le lecteur curieux de détails sur l'histoire de la découverte des parallaxes stellaires, au *Traité d'astronomie stellaire* de Ch. André, 1re partie, ch. IX, pp. 247-285. On peut consulter aussi le BULLETIN ASTRONOMIQUE, tome X, 1893, pp. 63-66.

(2) BULLETIN ASTRONOMIQUE, mai 1899, p. 198.

(3) IBID., mai 1899, p. 192.

traient de déterminer le mouvement propre et la parallaxe des étoiles ainsi photographiées.

» La méthode de M. Kapteyn a été expérimentée par M. A. Donner, à Helsingfors, et les clichés obtenus ont été ensuite mesurés et discutés par M. Kapteyn lui-même, ou sous sa direction. Avant de publier le travail entier, M. Kapteyn a pensé qu'il y aurait intérêt à donner, comme spécimen, les résultats fournis par trois clichés... Chacun de ces clichés contient douze images de chaque étoile, dont les trois premières se rapportent au premier maximum, les six suivantes au deuxième, et les trois dernières au troisième maximum de la parallaxe. Le tableau publié par M. Kapteyn donne les parallaxes de 248 étoiles, déduites de chacun des trois clichés, et les moyennes de ces nombres, qui ne comportent, en général, qu'une incertitude de 0",02. M. Kapteyn ajoute encore les parallaxes des deux composantes de 61 Cygne, fournies par cinq clichés (0",30 et 0",36). »

L'avenir est donc plein de promesses, et tout fait espérer que la connaissance des parallaxes stellaires progressera désormais d'un pas beaucoup plus alerte qu'elle ne l'a fait depuis Bessel.

En 1889, l'ASTRONOMIE publiait la liste de toutes les parallaxes connues à cette époque : vingt-deux étaient rangées sous le titre de *parallaxes les plus sûres ;* vingt-huit sous celui de *parallaxes incertaines.*

Dans son *Traité d'astronomie stellaire* (1re partie, pp. 276-277), M. Ch. André cite cinquante étoiles dont les parallaxes seraient connues d'une façon certaine. Nous choisissons dans ce tableau les étoiles les plus facilement reconnaissables dans le ciel. Nous faisons suivre leurs noms des nombres qui mesurent leurs parallaxes et leurs distances à la Terre exprimées *en années de lumière :* on sait que la lumière voyage à raison de 300 000 km à la seconde. La première étoile de notre tableau est la

plus proche, et la dernière la plus éloignée de notre globe parmi celles dont on connaît la parallaxe.

	Parallaxe	Distance		Parallaxe	Distance
α Centaure	0",75	4 ans	Véga	0",16	20 ans
Aldébaran	0",52	6 ans	La Chèvre	0",11	30 ans
61e Cygne	0",40	8 ans	Régulus	0",09	36 ans
Sirius	0",39	8 ans	Pollux	0",07	47 ans
Procyon	0",27	12 ans	Étoile polaire	0",07	47 ans
Castor	0",20	16 ans	α Argus	0",03	109 ans
Altaïr	0",20	16 ans	Arcturus	0",02	163 ans

Le tableau dressé par M. Ch. André suggère une remarque intéressante. En 1890, M. Kleiber, s'appuyant sur le calcul des probabilités, a démontré que le nombre probable des étoiles dont la parallaxe dépasse 0",1, est 49. Or, dans le tableau de M. Ch. André, ce nombre est dépassé pour 36 étoiles ; il en resterait donc 13 à découvrir. D'autre part, le même tableau montre que ces étoiles dont la parallaxe est supérieure à 0",1, ont des mouvements propres dépassant 0",05. La découverte d'un mouvement propre de cet ordre de grandeur signalerait donc à l'attention des astronomes qui s'occupent des parallaxes, l'étoile qui le posséderait, puisque sa parallaxe, probablement supérieure à 0",1, serait plus aisément mesurable.

Ces résultats positifs semblent bien maigres, surtout si l'on tient compte du nombre considérable des étoiles qui peuplent l'espace. Les astronomes ont cherché à les compléter par des indications plus larges mais beaucoup moins précises, appuyées sur d'ingénieuses hypothèses.

Ce qui frappe tout d'abord dans le spectacle d'un ciel pur brillamment constellé, c'est la grande variété d'éclat des étoiles. Il semble que la main qui les a semées dans l'espace, depuis les plus brillantes jusqu'à celles qu'on voit à peine dans nos instruments les plus puissants, ait voulu

faire passer devant nos yeux toute l'échelle des intensités lumineuses comprises entre ces deux extrêmes. Les anciens avaient remarqué, sans doute, cette variation pour ainsi dire continue ; mais, laissant de côté les nuances, ils s'étaient bornés à partager les étoiles visibles à l'œil nu en six ordres qu'ils appelaient grandeurs, les plus brillantes étant de première grandeur.

Les causes de cette grande variété d'éclat apparent sont multiples ; mais il en est une plus générale et qui finit par dominer : c'est la variété même de la distance des étoiles à la Terre. Sans doute, telle étoile en particulier, très peu brillante, doit peut-être son apparence non à sa distance plus grande, mais à son faible éclat intrinsèque. Ce sera une exception à la loi générale qui n'en reste pas moins vraie et nous permet d'affirmer que la distance moyenne de tout un groupe nombreux d'étoiles très peu brillantes, est plus grande que la distance moyenne des étoiles d'un autre ensemble plus brillant. C'est là une conséquence de la *loi des grands nombres* qui efface les écarts accidentels et finit par faire de l'ordre avec du désordre.

Les astronomes modernes ont conservé la division des étoiles en grandeurs distinctes. Seulement, comme les étoiles d'une grandeur déterminée n'ont pas toutes la même intensité de lumière, le jour où l'idée leur vint de rattacher l'évaluation approchée de la distance des étoiles à la Terre à leur éclat relatif, ils se sont ingéniés à fixer l'*éclat moyen* qu'il convenait d'attribuer aux étoiles groupées sous chaque grandeur.

Le premier qui se soit occupé d'estimer ainsi la distance des étoiles, est le célèbre astronome anglais William Herschel. Il prenait deux télescopes exactement semblables, observait dans l'un la première, dans l'autre la seconde des deux étoiles qu'il voulait comparer ; puis, au moyen de diaphragmes circulaires de plus en plus petits, il diminuait l'éclat de la plus brillante de façon à le rendre

égal à celui de la seconde. Des expériences préalables, faites avec les mêmes instruments sur des sources de lumière artificielle, lui avaient appris dans quelle proportion ses diaphragmes diminuaient la lumière des objets observés ; ce qui lui permettait de calculer combien de fois l'éclat de la plus brillante valait l'éclat de la plus faible. Partant ensuite du principe que l'éclat d'une étoile varie comme sa surface et que la surface diminue en raison inverse du carré des distances, il en concluait l'éloignement relatif des deux étoiles. Ainsi, une étoile dont l'éclat était 4 fois plus faible que celui d'une autre étoile, était supposée 2 fois plus éloignée que celle-ci ; un éclat 9 fois plus faible supposait une distance 3 fois plus grande, et ainsi de suite. Comme il savait, d'ailleurs, qu'aucune étoile de première grandeur n'a une parallaxe supérieure à une seconde — ce qui fait que ces étoiles doivent, en moyenne, pour nous envoyer la lumière mettre plus de trois ans — il trouvait que les étoiles de seconde grandeur exigeaient plus de 6 ans, les étoiles de 4e grandeur plus de 12, les étoiles de 6e grandeur plus de 36, enfin les étoiles les plus faibles visibles dans son télescope de *vingt pieds*, plus de 2700 ans.

Depuis lors, d'autres astronomes, dont le plus connu est Struve, s'appuyant sur le même principe photométrique — rendre égal, par un procédé quelconque susceptible de mesure, l'éclat de deux étoiles différentes d'aspect — mais se servant d'instruments plus perfectionnés, ont entrepris les mêmes recherches ; voici les résultats obtenus.

Le rapport entre les éclats moyens de deux grandeurs contiguës est 2,42 ; ce qui donne, en prenant pour unité la distance moyenne à la Terre des étoiles de première grandeur, le tableau suivant :

Grandeur	Distance	Grandeur	Distance
1	1,00	9	34,30
2	1,55	10	53,56
3	2,42	11	83,00
4	3,76	12	129,12
5	5,86	13	200,90
6	9,11	14	312,50
7	14,17	15	486,10
8	22,04	16	756,20

Avec son télescope de *dix-huit pieds*, Herschel parvenait jusqu'aux étoiles de 16e grandeur, dont il estimait la distance à 756 unités ; ce qui ferait, en prenant 3 ans de lumière pour la distance des étoiles de première grandeur, 2268 ans.

Mais ce nombre serait beaucoup trop faible, si l'on voulait tenir compte des résultats fournis par des recherches plus récentes. Prenons, par exemple, les résultats obtenus par M. C. F. A. Peters et relatifs aux parallaxes de 35 étoiles que leur éclat moyen range dans la 2e grandeur ; et admettons, pour les distances relatives des étoiles des différentes grandeurs, les nombres qu'a trouvés Struve en se basant sur une loi de condensation des étoiles dont nous parlerons plus tard (1). Celui qui se rapporte aux étoiles de 2e grandeur est 1,80. Ramenons les 35 parallaxes mesurées par M. Peters à ce qu'elles seraient si les étoiles correspondantes étaient toutes à la distance 1,80. La moyenne des nombres ainsi obtenus est 0",116. Prenons-la comme expression de la parallaxe moyenne des étoiles de 2e grandeur, et en utilisant les nombres donnés par Struve pour les distances relatives des étoiles des différentes grandeurs, calculons leurs parallaxes moyennes respectives. Les résultats sont groupés dans le tableau suivant.

(1) Nous verrons alors que, sauf pour les quatre premières grandeurs, ces nombres ne diffèrent guère de ceux du tableau précédent.

Grandeur	Parallaxe moyenne	Distance en rayons de l'orbite terrestre	Distance en années de lumière
1	0",209	986 000	15,5
2	0",116	1 778 000	28
3	0",076	2 725 000	43
4	0",054	3 850 000	60,7
5	0",037	5 378 000	84,8
6	0",027	7 616 000	120,1

Ainsi, les étoiles de 1re grandeur seraient situées à la distance moyenne de 15 ans de lumière, au lieu de 3 ans : les chiffres cités plus haut seraient donc 5 fois trop faibles.

Si l'on en croit Herschel, son télescope de *quarante pieds*, avec lequel il n'atteignait pas les dernières étoiles de la voie lactée, portait la vue jusqu'à 2300 fois la distance des étoiles de 1re grandeur. Cette distance étant, en nombre rond, 1 000 000 de fois la distance du Soleil à la Terre, ou 15,5 années de lumière, en multipliant chacun de ces nombres par 2300, on trouve que le télescope de *quarante pieds* pénétrait jusqu'à

2 300 000 000 rayons de l'orbite terrestre,

distance que la lumière met

35 650 années

à franchir, à raison de 300 000 kilomètres à la seconde.

Si l'on admettait le nombre 0",07 trouvé par Berberich (1) pour la valeur de la parallaxe moyenne des étoiles de 1re grandeur, les dernières étoiles d'Herschel mettraient plus de

100 000 ans

à nous envoyer leur lumière.

Ces résultats et ces vues théoriques seraient confirmés

(1) BULLETIN ASTRONOMIQUE, t. X, 1893, p. 383.

si, partant d'un principe différent, on arrivait à des conclusions de même ordre. Or, la considération des mouvements propres des étoiles nous fournit ce moyen de contrôle.

On conçoit, en effet, que ce que nous disions tantôt de l'influence prépondérante de la distance des étoiles sur leur éclat apparent, doit se redire de l'influence de cette distance sur leurs mouvements propres apparents : en moyenne, les étoiles dont le mouvement propre apparent sera le plus sensible seront les plus rapprochées de nous. De fait, en groupant les mouvements propres des étoiles des différentes grandeurs, on constate qu'ils diminuent en même temps que l'éclat. On constate en outre que, pour chaque grandeur, les mouvements propres des étoiles doubles sont plus grands que ceux des étoiles simples de la même classe.

Sans entrer ici au détail des travaux entrepris dans cette voie, nous nous bornerons à rapprocher, dans le tableau suivant, les distances moyennes des étoiles des différentes grandeurs déduites de leurs mouvements propres de celles qu'ont fournies les méthodes photométriques.

Grandeur	Distances conclues 1° des mouvements propres des étoiles simples	doubles	2° par les méthodes photométriques
1	1,0	1,0	1,0
2	1,3	1,4	1,5
3	2,1	2,0	2,4
4	3,6	3,2	3,7
5	6,1	5,9	5,8
6	8,5	8,2	9,1
7	12,0	11,6	14,2
8	17,9	17,8	22,0
9	33,3	31,8	34,3

Nous voilà donc en présence d'un ciel immense, séparés des étoiles les plus rapprochées de nous par une distance égale à 200 000 fois le rayon de l'orbite terrestre, et en

découvrant d'autres à 2 300 000 000 fois ce rayon, sans pouvoir nous flatter d'avoir atteint les dernières. Bâti sur de telles proportions, l'espace céleste serait désert si les soleils qui y sont plongés n'étaient innombrables. Ce que les astronomes nous apprennent du nombre des étoiles et de leur distribution, n'est pas moins propre à exciter notre intérêt que ce qu'ils nous disent de leurs distances.

II

La question du nombre des étoiles se pose sous deux aspects différents. On peut se demander quel est le *nombre total* des étoiles, ou quel est le *nombre des étoiles que nous font voir nos meilleurs instruments*. Nous n'avons aucun élément pour résoudre la première question. Les lunettes qui nous font aujourd'hui pénétrer le plus profondément dans l'espace, nous révèlent encore certaines taches blanches qui semblent bien être des amas d'étoiles que permettra, sans doute, d'isoler l'invention d'instruments plus puissants. C'est donc uniquement à la seconde question que nous devons nous attacher. Nous la diviserons en deux parties. Nous verrons d'abord quel est le nombre des étoiles visibles à l'œil nu ; puis nous rechercherons ce que nous ont révélé du nombre des étoiles les observations à l'œil armé.

Avant l'invention de la lunette, aucun astronome ne s'est proposé de faire le dénombrement complet de toutes les étoiles visibles dans le ciel ; tous se sont bornés à dresser des catalogues partiels : tels sont ceux de Hipparque-Ptolémée (1025 étoiles), de Ulugh Beigh (1019), de Tycho-Brahé (1008) et de Hevelius (1564).

Pour évaluer le total, on se fiait à une estimation approximative. Ptolémée, dit-on, fixait à 1600 le nombre des étoiles visibles sur son horizon ; tandis que les Hébreux — si l'on en croit Kepler — croyaient en voir

au moins 12 000. Plusieurs astronomes modernes se sont occupés de la question. Nous résumerons surtout les travaux d'Argelander, *Uranometria nova*, de Heis, *Atlas cœlestis*, de Gould, *Uranometria Argentina* et de J.-C. Houzeau, *Uranométrie générale*. Ce dernier catalogue, oublié par la plupart des auteurs, mérite cependant une attention spéciale. C'est le seul, croyons-nous, s'étendant au ciel entier et basé sur les observations d'un même astronome. Houzeau séjournait à proximité de l'équateur quand il l'a dressé, ce qui lui rendit possibles les excursions nécessaires dans les deux hémisphères.

Voici les nombres relevés par ces différents observateurs.

Argelander, établi à Cordoba, trouve sur son horizon 2352 étoiles qu'il répartit comme suit :

	Grandeur	Nombre	Grandeur	Nombre
I.	1	9	4	216
	2	34	5	559
	3	94	6	1440
			Total	2352

Heis, établi à Münster, note de son côté, pour la partie du ciel visible en cette ville :

	Grandeur	Nombre	Grandeur	Nombre
II.	1	9	4	204
	2	34	5	583
	3	92	6	2981
			Total	3903

Gould énumère, comme suit, les étoiles visibles dans l'hémisphère sud :

	Grandeur	Nombre	Grandeur	Nombre
III.	1	10	5	556
	2	36	6	2261
	3	106	7	3490
	4	235	Total	6694

J. C. Houzeau, observant tantôt à la Jamaïque, tantôt à l'isthme de Panama, donne les chiffres suivants :

POUR LE CIEL ENTIER

	Grandeur	Nombre	Grandeur	Nombre
IV.	1	20	4	595
	2	51	5	1213
	3	200	6	3640
			Total	5719

POUR L'HÉMISPHÈRE NORD

	Grandeur	Nombre	Grandeur	Nombre
V.	1	11	4	277
	2	26	5	595
	3	88	6	1919
			Total	2916

POUR L'HÉMISPHÈRE SUD

	Grandeur	Nombre	Grandeur	Nombre
VI.	1	9	4	318
	2	25	5	618
	3	112	6	1721
			Total	2803

Enfin, dit M. Charles André, si l'on combine les résultats de l'*Uranometria nova*, de l'*Atlas cœlestis* et de la *Bonner Durchmusterung*, on obtient les chiffres suivants pour l'hémisphère nord :

	Grandeur	Nombre	Grandeur	Nombre
VII.	1	8	5	735
	2	35	6	2788
	3	99	7	3897
	4	238	Total	7800

lunettes interviennent pour déterminer la position des étoiles ; or, on sait que ces instruments augmentent l'éclat des étoiles, tandis que les pinnules des anciens le diminuaient. Dès lors, est-il étonnant que l'attention éveillée et l'œil préparé par la vision télescopique découvrent, à la vue simple, bien des étoiles faibles qu'on n'aurait pas aperçues sans cet entraînement? D'ailleurs, il semble bien que Gould et les astronomes dont les données ont servi à composer le tableau VII, se soient contentés d'énumérer toutes les étoiles qui, dans les lunettes, leur apparaissaient comprises dans les sept premières grandeurs. Mais il y a à cette façon d'opérer plusieurs inconvénients. D'abord, ils sont très rares les yeux assez perçants pour découvrir sans secours instrumental les étoiles de septième grandeur. Ensuite, Houzeau a remarqué que certaines étoiles semblaient plus brillantes que d'autres dans les lunettes, tandis qu'à l'œil nu les moins brillantes seules étaient visibles; nous ne pouvons donc pas, dans ces recherches, nous fier toujours à nos instruments. Enfin, deux étoiles qui se dédoublent facilement dans les lunettes, peuvent n'en former qu'une seule pour l'œil nu. Et ici se présentent parfois d'étranges constatations : Houzeau raconte qu'il a pu dédoubler à l'œil nu des étoiles écartées de 7′, tandis qu'il n'a pas pu en dédoubler d'autres dont la distance angulaire était de 50′.

Une troisième cause qui tend à expliquer les écarts signalés — et c'est la dernière que nous citerons — a été indiquée par M. Pickering dans le XXIVe volume des ANNALS OF HARVARD COLLEGE OBSERVATORY : c'est la différence de latitude des stations d'observation. Les étoiles qui passent chaque jour au zénith et celles qui s'élèvent à peine au-dessus de l'horizon, ne sont pas les mêmes pour tous les points du globe. Or la lumière des premières, ayant à traverser une couche moins épaisse d'atmosphère, les fera apparaître avec plus d'éclat que les autres. C'est ainsi que certaines étoiles vues à Cordoba sont notées bien

de 10 000 jauges par an, il faudrait plus de 83 ans à un seul observateur pour parcourir le ciel entier. On comprend que ce jaugeage n'ait jamais tenté personne. Toutefois, il s'exécute actuellement un travail collectif qui pourra nous donner le dénombrement d'un grand nombre d'étoiles. Nous voulons parler de la photographie de la sphère céleste, œuvre grandiose qui doit être achevée pour le commencement du XXe siècle. Rien ne sera plus facile — en partageant la besogne entre plusieurs travailleurs, et après avoir constaté la grandeur stellaire que les clichés auront atteinte — que de compter le nombre des étoiles enregistrées. En attendant, nous en sommes réduits à utiliser les données des catalogues publiés jusqu'ici.

La *Bonner Durchmusterung* énumère 324 188 étoiles jusqu'à la 9,5 grandeur. Parmi ces étoiles, 111 276, c'est-à-dire plus du tiers, appartiennent à cette dernière grandeur. Cette proportion, comme on a tout lieu de le croire, se continue pour les grandeurs successives ; de là le point de départ d'hypothèses ingénieuses destinées à suppléer aux observations trop restreintes. On a supposé d'abord que toutes les étoiles sont distribuées uniformément dans le ciel ou que, du moins, les nombres relatifs à chaque grandeur varient dans la même proportion que les nombres qui mesurent les espaces où les étoiles correspondantes sont réparties. Par des calculs dont le détail est inutile à notre but, on démontre que cette hypothèse d'une distribution régulière donne, pour les différentes grandeurs jusqu'à la 11,5, des nombres qui répondent plus ou moins bien aux données de l'observation. Si l'on fait la somme de ces nombres, on trouve

4 millions et demi

pour le nombre total des étoiles comprises dans les 11,5 premières grandeurs. Si l'on poursuit le calcul jusqu'à la grandeur limite qu'Herschel pouvait atteindre avec son télescope de vingt pieds, on arrive au nombre de

1200 millions.

située à 15°, on se sert de toutes les jauges d'Herschel situées entre 10 et 20 degrés; pour avoir la jauge moyenne située à 30°, on se sert de toutes les jauges d'Herschel comprises entre 25 et 35 degrés, et ainsi de suite. On constate alors que le nombre des étoiles de chaque jauge peut être représenté par une formule qui relie ce nombre à la distance angulaire de la jauge à laquelle il appartient. Si l'on fait le total de toutes les étoiles ainsi distribuées dans le ciel, on trouve que le nombre d'étoiles visibles avec le télescope de vingt pieds d'Herschel s'élève à

20 374 034.

Tels sont les principaux résultats qu'ont donnés jusqu'ici les recherches entreprises pour connaître le nombre des étoiles. En résumé, sept à huit mille visibles à l'œil nu, 14 000 à 15 000 jusqu'à la septième grandeur, environ 324 000 jusqu'à la 9,5 grandeur. Puis l'hypothèse d'égale distribution nous donne 4 millions et demi jusqu'à la 11e grandeur et 1200 millions jusqu'à la seizième. Enfin, en tenant compte de la condensation des étoiles dans certaines parties du ciel, on trouve, selon les méthodes employées, 5 819 000 pour les étoiles visibles dans les zones de Bessel jusqu'à la seizième grandeur, et vingt millions et demi pour le total de toutes les étoiles de la sphère céleste visibles dans le télescope de 20 pieds d'Herschel.

Tous ces soleils sont-ils jetés au hasard dans l'espace, ou y sont-ils distribués suivant des lois qu'il nous serait possible de découvrir ? — Telle est la question qu'il nous reste à examiner.

III

Lorsqu'on jette les yeux sur le ciel par une belle nuit, sans lune et sans nuage, on est frappé par l'aspect d'une

geons cette portion de la sphère en six parties égales au moyen de six grands cercles perpendiculaires à l'équateur. Nous trouvons pour chacune d'elles les nombres d'étoiles suivants :

0 h à 4 h.	4 h. à 8 h.	8 h. à 12 h.	12 h. à 16 h.	16 h. à 20 h.	20 h. à 24 h.
6818	13 193	7005	6856	10 637	7270

Comme on le voit, il y a une condensation très marquée dans la 2e et dans la 5e de ces six régions. Si l'on pousse l'examen plus loin, on s'aperçoit que les deux points de condensation maxima sont à peu près aux deux extrémités d'un diamètre perçant la sphère céleste, d'un côté à 6 h. 40 m., de l'autre à 18 h. 40 m. d'ascension droite. Voilà pour la zone équatoriale.

Examinons maintenant la région du ciel située entre + 70° et — 65°. Divisons-la en neuf régions parallèles à l'équateur. Nous trouvons, pour les zones les plus éloignées de l'équateur, une seule région maxima. Celle-ci, lorsqu'on pénètre dans des zones plus proches de l'équateur, se scinde bientôt en deux régions maxima qui s'écartent de plus en plus l'une de l'autre jusqu'à se trouver, comme nous l'avons vu, aux deux extrémités d'un diamètre à l'équateur lui-même. Or, si l'on réunit l'ensemble de ces régions maxima, on trouve qu'il suit ou plutôt qu'il constitue la voie lactée. La voie lactée n'est donc qu'une région du ciel où les étoiles sont en apparence plus condensées que partout ailleurs, et d'autant plus condensées qu'on se rapproche davantage du plan médian de la voie lactée.

Ce n'est pas par les procédés que nous venons d'exposer qu'Herschel parvint à la même conclusion. Pour lui, l'hypothèse de la distribution des étoiles dans un disque aplati avait été une idée préconçue, et c'est pour la vérifier qu'il entreprit son célèbre jaugeage du ciel dont nous avons parlé précédemment. Comme le jaugeage de la sphère céleste tout entière lui était impossible, il se

contenta de faire un certain nombre de jauges dans une zone perpendiculaire au plan de la voie lactée. Il se servit pour cette opération de son télescope de vingt pieds, qui lui permettait de voir les étoiles jusqu'à la 16e grandeur. Il fit 3400 jauges, parcourant ainsi $\frac{1}{250}$ de la sphère céleste, travail déjà très considérable ; et avec ces 3400 jauges il forma 683 jauges moyennes, qui confirmèrent pleinement la vérité de ses conjectures. C'est ainsi qu'une de ces jauges — dont chacune, soit dit en passant, n'embrasse qu'une étendue égale au quart de la surface apparente du Soleil — lui donna 588 étoiles au milieu de la voie lactée, tandis qu'elle n'en donnait que 0,5 vers les pôles galactiques. En certains endroits du ciel, les étoiles sont même si condensées qu'Herschel évalue à 116 000, le nombre des points brillants qu'il vit un jour passer devant ses yeux dans l'espace d'un quart d'heure.

W. Struve, travaillant sur les jauges d'Herschel, trouva qu'en moyenne une jauge contient : dans la voie lactée, 122 étoiles; à 15° de la voie lactée, 30,30; à 30°, 17,68; à 45°, 10,36 ; à 60°, 6,52 ; à 75°, 4,78.

En ne tenant compte que des jauges comprises dans la zone de Bessel, on trouve que le rapport entre la jauge minima et la jauge maxima est $\frac{1}{14,1}$; si l'on prend, au contraire, les nombres trouvés par Bessel pour les différentes heures de sa zone, on trouve que le rapport entre la densité minima et la densité maxima est $\frac{1}{2,51}$: nombre cinq fois plus grand que le premier. Si l'on se rappelle que le catalogue de Bessel ne donne les étoiles que jusqu'à la 9e grandeur, tandis que l'instrument d'Herschel pénétrait jusqu'aux étoiles de 16e grandeur, on voit que la densité de la voie lactée augmente à mesure que les instruments nous permettent de fouiller plus profondément l'espace. Cette conclusion est tout à fait d'accord avec les vues d'Herschel qui suppose que l'ensemble des étoiles forme un disque aplati, dont nous occupons l'intérieur.

Mais deux hypothèses différentes peuvent expliquer cette condensation stellaire vers la voie lactée. On peut, en effet, supposer que les étoiles sont distribuées *uniformément* dans un espace d'une épaisseur restreinte mais d'une profondeur indéfinie, qui nous entourerait de tous côtés et dont l'épaisseur vue de loin serait celle de la voie lactée : dans cette hypothèse, le rapprochement des étoiles de la voie lactée serait un simple effet de perspective ; ou bien on peut supposer que, dans ce même espace restreint, les étoiles sont aussi réellement condensées qu'elles le paraissent. On peut même faire une troisième supposition, qui réunit, au moins en partie, les deux autres, et dire que les étoiles se sont condensées en amas dans la voie lactée et qu'en même temps elles s'étendent très loin dans cette direction. Il semble même que cette dernière supposition soit la plus vraisemblable, car c'est surtout dans certaines parties de la voie lactée qu'on aperçoit ces taches blanches, irrésolubles pour nos meilleurs instruments, dont nous parlions au commencement de la seconde partie de cet article ; et, d'autre part, l'hypothèse d'une distribution uniforme semble bien condamnée, comme nous allons le voir, par les travaux de Struve.

Supposons les étoiles uniformément distribuées dans l'espace. Il est facile d'en conclure que leur nombre augmentera dans la même proportion que l'espace qui les contient ; si donc cet espace est de forme sphérique, le nombre des étoiles augmentera comme le cube du rayon de la sphère qu'elles occupent. Inversement, si l'on connaît un certain nombre d'étoiles jusqu'à telle grandeur déterminée et le rapport du nombre de ces étoiles au nombre contenu dans la sphère dont le rayon est pris pour unité (1) de distance, la racine cubique de ce rapport exprimera la distance de ces étoiles de grandeur déterminée. Mais,

(1) La sphère prise comme unité de grandeur dans le tableau suivant, est celle qui contient les étoiles de 1re grandeur.

comme nous l'avons vu dans la première partie de cet article, nous connaissons par d'autres moyens — la photométrie et les mouvements propres — la distance moyenne des étoiles des différentes grandeurs. La comparaison sera donc facile à établir. D'un autre côté, Struve a déduit des observations d'Herschel la loi de la densité et, en tenant compte de cette loi, la distance à la Terre des étoiles de différentes grandeurs. Le résultat de tous ces calculs est résumé dans le tableau suivant, que nous empruntons au livre du P. Secchi sur les étoiles.

La deuxième colonne contient les nombres successifs qu'on obtient lorsqu'on additionne les étoiles de 1re, de 2e, de 3e, etc. grandeur. Ainsi, le nombre 1800 placé en face du chiffre 5 veut dire qu'il y a 1800 étoiles des 5 premières grandeurs. Le quotient de ces nombres divisés par 20 (nombre des étoiles de 1re grandeur) donne le rapport dont nous avons parlé plus haut.

Grandeur des étoiles	Nombres successifs	DISTANCE DÉDUITE			
		des nombres avec distribution uniforme	du nombre combiné avec la densité	de la photométrie	du mouvement propre des étoiles
1	20	1,00	1,00	1,00	1,0
2	85	1,62	1,80	1,55	1,3
3	275	2,39	2,76	2,42	2,1
4	700	3,27	3,90	3,76	3,6
5	1 800	4,48	5,45	5,86	6,1
6	5 000	6,30	9,28	9,11	8,5
7	18 000	9,65	15,78	14,17	12,0
8	58 000	14,26	23,86	22,04	17,9
9	200 000	21,55	33,46	34,30	33,3

Comme on le voit, à partir des étoiles de 5e ou 6e grandeur, les nombres fournis par l'hypothèse de la distribution uniforme ne concordent plus avec les nombres trouvés soit par la photométrie, soit par les mouvements propres.

Au contraire, l'accord de ces derniers avec les distances que l'on obtient en supposant les étoiles réellement condensées en certaines portions du ciel, est satisfaisant.

Cette condensation réelle semble également pouvoir être prouvée par l'argument suivant. Si l'ensemble des étoiles formait un disque dans lequel, comme le voulait d'abord Herschel, elles sont uniformément distribuées, nous ne voyons pas pourquoi cette distribution uniforme n'aurait pas lieu aussi bien dans le sens de l'épaisseur du disque que dans le sens de sa profondeur. Mais, si cette distribution a lieu dans le sens de l'épaisseur, la rareté des étoiles aux deux pôles de la voie lactée est inexplicable. Car, ou bien nous avons atteint la limite de la voie lactée dans le sens de l'épaisseur, et alors, au moins jusqu'à une certaine grandeur, les étoiles devraient être aussi condensées aux pôles de la voie lactée que dans son plan médian, ce qui n'a pas lieu ; ou bien nous ne l'avons pas encore atteinte, et alors les étoiles que nous connaissons maintenant devraient être aussi nombreuses vers les pôles que dans la voie lactée, puisque la distribution de ces étoiles serait la même dans le sens de l'épaisseur du disque que dans le sens de sa profondeur. Au contraire, si l'on admet la tendance réelle des étoiles à se condenser dans la voie lactée, leur rareté vers les pôles galactiques n'offre plus aucune difficulté.

Et ce qui semble bien prouver, d'ailleurs, cette tendance des étoiles à s'agglomérer en certaines portions du ciel, c'est ce qui se passe pour celles d'entre elles qui sont le plus rapprochées de nous, pour celles qui sont visibles à l'œil nu. Le P. Secchi fait remarquer que, si l'on place un globe céleste artificiel de façon à mettre au zénith l'étoile Fomalhaut du Poisson austral, la ligne d'horizon est située au milieu d'une région qui renferme toutes ou presque toutes les étoiles les plus brillantes que l'on aperçoit dans le ciel. On y trouve, en effet, Aldébaran, la constellation d'Orion, Sirius, la Croix du Sud, les étoiles bril-

lantes du Centaure et le Scorpion; puis, dans l'hémisphère nord, les étoiles brillantes du Serpentaire, la constellation de la Lyre et Véga, Cassiopée, α de Persée et enfin la Chèvre. Si l'on considère que le pôle boréal de cette région a pour coordonnées 22 h. 45 m. d'ascension droite et 30° de déclinaison boréale, on voit qu'elle forme avec l'équateur, comme la voie lactée, un angle de 60° ; mais les deux plans sont loin de se confondre, puisque leurs pôles sont distants l'un de l'autre d'environ 10 h. d'ascension droite.

J. C. Houzeau, après avoir fixé dans le ciel la position des 5719 étoiles qu'il voyait à l'œil nu, se demande si la distribution de ces étoiles se rattache, soit à l'équateur solaire, soit au point vers lequel le Soleil se meut, soit à une distance latérale déterminée relative à ce point, soit enfin à la voie lactée. La réponse aux trois premières questions est négative, tandis que l'examen de la dernière lui montre une condensation marquée des étoiles vers la voie lactée ; et, chose étrange, qui peut-être n'est attribuable qu'à un pur hasard, une condensation beaucoup plus nette pour les étoiles des trois premières grandeurs que pour les étoiles plus faibles.

Il est vrai que M. Seeliger (1), en 1885, travaillant sur les étoiles du catalogue d'Argelander, a montré que la condensation vers la voie lactée n'était pas plus marquée pour les étoiles de la 9,5 grandeur que pour les étoiles de la 1re à la 6e grandeur, ni pour celles de 6,5 ; 7 ; 7,5 ; 8 ; 8,5 et 9e grandeur. Il en résulterait que les étoiles sont distribuées dans une sphère présentant une condensation réelle vers la voie lactée, et non dans un disque aplati comme le voulait Herschel. Car l'hypothèse d'Herschel exige évidemment que la condensation apparente des étoiles vers la voie lactée augmente, au moins à partir d'une certaine grandeur, avec leur distance à la Terre.

(1) Voir CIEL ET TERRE, 1885, pp. 88-90.

Mais cette conclusion, si contraire aux vues d'Herschel, n'aurait une réelle valeur que si le travail poursuivi sur des étoiles moins brillantes l'avait confirmée. Remarquons en outre que cette classification des étoiles, en prenant pour base la demi-grandeur, peut donner lieu à des méprises et qu'il est bien préférable, dans ce genre de recherches, de se borner à considérer des groupes dont l'éclat moyen est beaucoup plus différent. De fait, toute l'argumentation tirée de l'observation de M. Seeliger, repose sur l'hypothèse que l'éclat d'une étoile mesure son éloignement de la Terre. Or cette hypothèse, fausse si on la prend au pied de la lettre (1), ne devient acceptable que si l'on groupe dans un même ensemble les étoiles d'éclat voisin mais suffisamment différent pour que le nombre des étoiles de l'ensemble devienne très considérable. C'est à cette condition que les écarts accidentels s'effaceront et que l'erreur que l'on commet en supposant telle étoile, parce qu'elle est plus brillante qu'une autre, plus rapprochée de nous que celle-ci, alors qu'en réalité elle est plus éloignée, est compensée par l'erreur que l'on commet en supposant telle autre étoile, quoique plus proche, de même éloignement qu'une autre parce qu'elle a le même éclat. De plus, si cette idée d'une condensation identique pour toutes les grandeurs était vraie, comment expliquer que la condensation vers la voie lactée est d'autant plus marquée que les étoiles sur lesquelles on opère appartiennent à un plus grand nombre de grandeurs ? Par exemple, comment expliquer que le rapport $\frac{1}{14,1}$ qu'on trouve dans la zone de Bessel entre les jauges extrêmes d'Herschel, qui vont jusqu'à la 16e grandeur, est 5 fois plus petit, comme nous l'avons vu, que le rapport $\frac{1}{2,51}$ qu'on trouve entre les densités maxima et minima des étoiles de Bessel, qui ne vont que jusqu'à la neuvième grandeur ?

(1) Ne sait-on pas, en effet, pour ne citer qu'un exemple, que l'une des étoiles les plus rapprochées de nous, celle qui la première nous a fait connaître sa parallaxe, la 61e du Cygne, est à peine visible à l'œil nu?

Comment expliquer que Houzeau trouve, pour les étoile visibles à l'œil nu, entre celles qui sont situées à 75° d la voie lactée et celles qui se trouvent dans la voie lacté le rapport $\frac{122}{100}$, tandis qu'entre les étoiles situées à la mêm distance, mais appartenant aux jauges d'Herschel, Struv trouve le rapport $\frac{478}{12\,200}$, c'est-à-dire un rapport 19 fois plu petit ?

Une étude détaillée de la voie lactée a montré à Wil liam Herschel lui-même, que cette portion du ciel était e réalité composée d'une suite d'amas d'étoiles. Ces ama réunis entre eux forment les nuances si variées de cett belle traînée lumineuse. Le célèbre astronome anglais, parcourant la sphère céleste tout entière, y a noté 26 groupes d'étoiles ; parmi eux, 225 appartiennent à l voie lactée. Or à Slough, où observait Herschel, la voi lactée avec sa largeur moyenne de 10° n'occupe que l 9e partie du ciel, si bien qu'elle semble 54 fois plus riche que le reste de la sphère.

Dans la voie lactée elle-même, entre le Sagittaire e Persée, on aperçoit 18 plages lumineuses, plus brillante que toutes les parties qui les entourent. En parcourant l'espace compris entre β et γ du Cygne, sur une largeu d'environ 5°, on peut y rencontrer, d'après les évaluation d'Herschel, 331 000 étoiles qui, elles aussi, semblent se diviser en deux parties égales comme pour former deu groupes différents. D'ailleurs, l'aspect de la voie lactée, ses variations d'éclat et de largeur, ses brèches, l'irrégularité de ses contours, ses ramifications latérales, se lacunes, tout semble bien confirmer cette idée qu'elle n'es qu'une suite d'agglomérations stellaires.

Nous voilà donc entourés d'innombrables étoiles, plongés pour ainsi dire dans un disque immense formé de mondes lumineux les plus variés. Quelle place y occupe notre Soleil? Est-il dans le plan médian de ce disque, c'est-

à-dire dans le plan médian de la voie lactée? Est-il au moins sur la droite perpendiculaire menée au milieu de ce plan, c'est-à-dire sur la droite des centres de ses bases? Il n'occupe ni l'une ni l'autre de ces positions, mais il en est relativement très proche. Il n'est pas dans le plan médian, car le plan médian de la voie lactée ne coupe pas la sphère céleste suivant un grand cercle, mais suivant un petit cercle éloigné de 5° environ de la trace d'un grand cercle parallèle. Il n'est pas non plus sur la droite des centres, car les deux points maximum de densité qui se trouvent sur l'équateur ne sont pas exactement à l'extrémité d'un diamètre de la sphère. Le Soleil se trouve donc dans une position excentrique, du côté de l'ascension droite treize heures, à une distance du centre du disque que l'on a estimée égale au dixième de celle qui nous sépare des étoiles de 1re grandeur.

Que dire de ce disque lui-même au sein duquel notre système solaire est plongé ? Les capricieux méandres que décrivent sur la sphère les rives de la voie lactée, montrent à l'évidence que la forme réelle du disque n'a rien de la régularité d'une figure géométrique ; mais il paraît bien difficile d'atteindre le détail de ses irrégularités.

Faut-il conclure des observations, comme on l'a fait, que la profondeur de la masse stellaire qui nous entoure est moins grande du côté de six heures, parce que les étoiles y sont moins nombreuses, que du côté de dix-huit heures ; ce qui semble corroboré par cette constatation que la voie lactée laisse du côté de l'Aigle (18 heures) un fond blanc impénétrable aux meilleurs instruments, tandis que du côté du Taureau (6 heures) elle semble entièrement résoluble ?

Faut-il admettre que l'existence et les dimensions des trous que l'on rencontre çà et là dans la voie lactée témoignent de sa profondeur relativement faible, puisqu'il semble peu probable que ces trous, vides d'étoiles,

soient des tubes d'une longueur démesurée et d'une largeur peu en rapport avec leur longueur ?

Tous ces problèmes sont bien difficiles à résoudre ; mais ce qui l'est moins, c'est de prouver que notre Soleil et toutes les étoiles visibles à l'œil nu appartiennent à la voie lactée. Cette affirmation doit être bien comprise. Il ne s'agit pas évidemment de prétendre que le Soleil et toutes ces étoiles font partie de cette bande lumineuse, que les belles nuits nous permettent d'observer sur la sphère ; le contraire est trop manifeste. Mais il s'agit de prouver que le Soleil et les étoiles visibles à l'œil nu, appartiennent toutes à cet amas stellaire en forme de disque dont la voie lactée, dans l'hypothèse d'Herschel, nous révèle l'existence. Pour le montrer il suffit d'établir que ce disque, à l'intérieur duquel se trouve notre Soleil, s'étend assez, même dans le sens de son épaisseur, pour contenir toutes les étoiles visibles à l'œil nu. La démonstration est aisée. En effet, comme nous l'avons vu précédemment, les étoiles de 7e grandeur, qui sont à la limite de la vision à l'œil nu, sont situées à 14 unités de distance de nous, c'est-à-dire à 14 fois la distance qui sépare la Terre des étoiles de 1re grandeur. Or, le Soleil, étant à peu près au centre du disque stellaire, il suffit que celui-ci ait une épaisseur de 28 unités pour qu'il contienne toutes les étoiles visibles à l'œil nu. D'autre part, la voie lactée occupe dans ses parties les moins larges une étendue d'au moins 5° ; et 28 unités de distance sont vues sous un angle de 5° à 321 unités de distance, c'est-à-dire à la distance des étoiles de 14e grandeur. Il suffit donc, pour que toutes les étoiles visibles à l'œil nu soient comprises dans le disque stellaire d'Herschel, que la condensation des étoiles de 14e grandeur s'y fasse sur un espace large d'au moins 5° : ce qui se vérifie dans les observations. De plus, lorsqu'on examine les étoiles situées du côté des pôles galactiques, c'est-à-dire dans le sens de l'épaisseur de la masse stellaire, on voit que bon nombre d'entre

elles sont moins brillantes et, par conséquent, plus éloignées de nous en moyenne que les étoiles visibles à l'œil nu. On en conclut *a fortiori* que le Soleil et toutes les étoiles visibles à l'œil nu appartiennent bien au même amas.

Herschel a voulu aller plus loin, et s'assurer s'il avait atteint les dernières limites de la voie lactée. La question reste entière, s'il s'agit de l'épaisseur de la voie lactée proprement dite. Des observations faites avec des instruments plus puissants que ceux dont disposait Herschel, pourront nous dire si du côté des pôles galactiques l'astronome anglais avait atteint les dernières étoiles. Mais s'il s'agit de jauges faites dans la voie lactée elle-même, Herschel a constaté que la richesse du champ de son télescope de 40 pieds, le plus puissant de ses instruments, différait tellement de celle de son télescope de 20 pieds, qu'il en a conclu et avec raison, semble-t-il, que la voie lactée était pour lui insondable.

Résumons maintenant, avec M. Ch. André, toutes ces conclusions, et « nous serons en possession d'une des plus belles conceptions de l'esprit humain :

» 1° Le Soleil et toutes les étoiles que l'œil ou les lunettes peuvent nous montrer dans le firmament, font partie d'une immense collection, d'un même système général dont la partie centrale constitue la voie lactée ;

» 2° Elles n'y sont point régulièrement distribuées, mais forment, aussi bien dans les régions stellaires les plus voisines de nous que dans les plus éloignées, une série d'agglomérations partielles différemment et le plus souvent irrégulièrement condensées ;

» 3° Le plan général de condensation de cet ensemble est un grand cercle voisin du milieu de la voie lactée, mais les plans de condensation de chaque groupe s'en écartent parfois beaucoup ; quelques-uns de ces groupes

ne renferment qu'un petit nombre d'étoiles ; d'autres, au contraire, en contiennent des millions ;

» 4° Les dimensions de cette collection d'amas d'étoiles et, par suite, sa forme réelle et le nombre total des étoiles qu'elle renferme, nous sont absolument inconnus ; mais nous savons qu'elle s'étend certainement au delà de 2300 fois la distance des étoiles de première grandeur, et que les étoiles y sont certainement plusieurs millions de fois plus nombreuses que celles que la vue simple nous permet d'apercevoir dans le firmament.

» Cette conception de la voie lactée que l'observation nous impose, rend d'ailleurs parfaitement compte des apparences qu'elle offre à nos yeux. Les plages lumineuses, les *plaques luisantes* d'Herschel, correspondent aux groupes les plus nombreux et les plus condensés ; sa bifurcation et ses ramifications latérales, à des amas dont les plans de condensation sont différents du plan principal ; la richesse stellaire relative des portions situées entre les branches, provient des essaims qui les limitent et des couches stellaires qu'ils possèdent un peu loin de leur région de condensation.

» Nombre de détails cependant sont encore à expliquer ; ainsi, par exemple, l'existence dans les portions les plus lumineuses de la voie lactée d'espaces obscurs, parfois assez étendus, où il est impossible de découvrir une étoile, fût-elle même de vingtième grandeur (1).

» D'un autre côté, il n'est pas interdit d'espérer qu'avec les instruments de grande ouverture, aujourd'hui entre

(1) Les plus remarquables de ces régions sont les deux suivantes, diamétralement opposées sur la sphère céleste :

1° Vers 4 h. 26 m. d'ascension droite et 25°, 5 de déclinaison, Argelander a constaté l'existence d'une plage couvrant 9° carrés qui ne contient que 48 étoiles, et dans la zone du 25e degré entre 4 h. 24 m. et 4 h. 28 m., on n'en trouve aucune.

2° Dans la zone australe du 23e degré entre 16 h. 16 m. et 16 h. 28 m. d'ascension droite, Thome n'a compté que 15 étoiles jusqu'à la dixième grandeur.

les mains des astronomes, on pourra atteindre les limites de la voie lactée et en déterminer ainsi les dimensions.

» Quelles que soient les solutions données plus tard à ces deux questions, elles ne modifieront pas d'ailleurs les grandes lignes de la conception d'Herschel, que nous devons regarder comme démontrées.

» *Au lieu d'être isolées dans l'espace infini, toutes les étoiles dépendent les unes des autres, font partie d'un vaste ensemble, soumis à une loi déterminée de condensation, et dans lequel chacune d'elles agit sur les autres en même temps qu'elle subit leurs actions : ensemble, qui, par conséquent, change et évolue, et constitue, en réalité, quelque chose de vivant* (1). »

V. Meurs, S. J.

(1) Ch. André, *Traité d'astronomie stellaire*, 1re partie, pp. 179, 180.

A PROPOS DU LIBRE ARBITRE

La question du libre arbitre est une vieille question. Mais elle a vieilli sans mûrir ; les résultats les mieux acquis ne la préservent pas d'être recommencée sans fin, et la phase nouvelle où elle a paru entrer de nos jours, ne sera vraisemblablement qu'un épisode transitoire, passé lequel, elle restera dressée comme un signe de contradiction entre les esprits, encore plus banale et plus urgente qu'aujourd'hui. Si l'unique solution raisonnable qu'elle admette, avait chance de satisfaire ceux qui la réclament, jamais le doute n'aurait existé. Mais ce n'est pas une raison pour qu'on se lasse de leur répéter la même réponse, aussi longtemps qu'ils s'obstineront à la contester. Quoique ce soin regarde surtout les philosophes, la REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES n'y peut demeurer indifférente, pour les motifs qu'indiquait autrefois un homme dont le souvenir est toujours bon à rappeler ici (1). Par le côté où elle confine au domaine de la physiologie, la question du libre arbitre est devenue l'occasion d'un conflit qui autorise la philosophie à plaider son droit devant les représentants de la puissance au nom de laquelle sa frontière est envahie. Ce n'est pas que l'on ait brutalement contesté son autonomie ; mais elle s'aperçoit que son territoire n'est tenu pour inviolable que par une fiction dans le genre de celles qui tendent à prévaloir dans le droit international des temps nouveaux. Les

(1) I. Carbonnelle, S. J. *L'Aveuglement scientifique*, REVUE, 1877. T. I, p. 5 et suiv.

mêmes savants qui se récusent comme incompétents, dans la partie métaphysique du problème, ne se privent pas ensuite de le traiter, d'en raisonner et de le trancher comme s'il leur appartenait en entier. Ainsi, ce respect si empressé des compétences voisines devient lui-même un prétexte pour en ignorer les limites et les violer d'un cœur léger.

Ces limites, il serait donc urgent de les marquer d'un trait voyant, avant de laisser la discussion aller plus loin. Elles sont toutes tracées dans l'état même de la question, mais elles ne se montrent en plein relief qu'à l'observateur établi assez haut pour le mesurer d'un seul regard. De là, un supplément d'intérêt qui nous décide à tenter l'entreprise. Remonter au point de départ historique ou logique d'une controverse qui a longtemps duré est une escalade qui ménage, dès avant le panorama final, plus d'une surprise instructive. Le spectacle est surtout curieux lorsque l'apport d'éléments nouveaux qui a modifié le cours du débat, s'est produit sous l'empire de préoccupations polémiques qui n'ont guère laissé le loisir d'en vérifier la nature et de s'accorder sur leur usage. A cela près, notre exposé ne présentera rien d'original : c'est par où il ressemble aux stratagèmes de discussion qui l'ont rendu opportun.

I

Telle qu'elle est posée devant la psychologie rationnelle, la question du libre arbitre est la recherche de la réalité qui se cache sous deux séries de phénomènes, unies et convergentes. Commençons par la plus simple. Elle comprend les différentes manifestations ou formes d'une persuasion commune à toutes les races de l'espèce humaine et à tous les individus de chaque race, en quelque temps, lieu et climat qu'on les ait observés, indépen-

damment de toute civilisation, culture, instruction, éducation, préjugés, conventions, ou influences d'aucune sorte. Sauf quelques cas très rares, et reconnus d'emblée comme pathologiques, l'homme est persuadé que certaines de ses actions ont leur point d'origine en lui-même, dans une faculté par laquelle il peut à son gré les produire, les arrêter, les supprimer, les modifier. Par le fait de ces actions, la série des effets nécessaires qui les précèdent et qui les suivent, lui semble coupée net, en deux parties indépendantes, entre lesquelles une décision qui n'émane que de lui forme liaison. Illusion ou vérité, ces actes sont perçus par son expérience interne avec un caractère qui rend impossible de les confondre avec les autres actions vitales ou mécaniques qu'il exerce et subit. Dans une même opération, il distingue ou croit distinguer la décision libre qui la précède et l'accompagne pour en déterminer et en soutenir l'exécution, et le résultat passif qui sort par une loi nécessaire de cette décision rendue et prolongée. Entre ces deux termes il discerne une différence radicale de causalité, avec la même évidence impérieuse et intraduisible qu'il se sent vivre, penser ou souffrir. — Comme l'homme qui pense est affecté dans son expérience intime par une réalité absente chez l'homme qui n'a pas conscience de penser ; comme l'homme qui souffre diffère par un état réel de celui qui ne souffre pas ; comme la réalité en quoi consiste la conscience de penser, diffère de celle qui constitue la conscience de souffrir ; ainsi l'homme qui a le sentiment actuel d'être libre, est, du chef de cette perception, dans un état de conscience qui est un fait réel et objectif, caractérisé dans son espèce, et distinct de tout autre, tel que celui de se voir marcher ou de se sentir assis. Assurément, dans cette connaissance réflexe il y a place pour l'illusion et l'erreur. Je puis, par un jeu de l'imagination, souffrir d'un mal ou d'une lésion que je n'ai pas ; un pauvre hère d'aliéné peut se croire le Grand-Turc. Néanmoins, la douleur imaginaire est une

vraie douleur, dont la cause et peut-être le siège sont seuls illusoires ; le délire ou l'hallucination du fou est un acte de connaissance, véritable sinon véridique, une perception désordonnée, disproportionnée avec les choses, mais réelle au moins à titre d'opération vitale ou de phénomène pathologique. Un portrait, pour être mal ressemblant, n'en est pas moins un vrai tableau, supposant des couleurs, une toile et le pinceau d'un rapin pour appliquer tellement quellement les premières sur la seconde. Ainsi de la conscience du libre arbitre. Même fausse, vaine et mensongère, elle est en elle-même un fait positif, un accident physique du sujet pensant. Ce fait veut une raison suffisante et il la veut à sa mesure, universelle, indéfectible, uniforme et d'une action assez sûre pour soutenir dans tous les hommes et en chaque homme, à toute heure et à chaque heure, les apparences d'une persuasion inéluctable. C'est la question du libre arbitre sous son premier aspect.

Voici le second.

L'homme, quelque complaisance qu'il ait pour lui-même, n'arrive jamais à se persuader sincèrement qu'il soit un animal indépendant, lâché à la surface de la terre et au milieu de ses semblables, pour s'y ébattre à la lumière du soleil ou parmi les ombres de la nuit, au libre gré de ses instincts extravagants, féroces et fous. Quelque chose lui dit que le mouvement de sa vie a une règle, hors de laquelle il devient malfaisant comme le fleuve débordé, l'incendie et la bête de proie. Peut-être n'arrive-t-il pas toujours à démêler la nature intime de cette dépendance qui le maintient dans l'ordre; mais le fait s'impose et il l'accepte. S'il lui reste la moindre envie d'en douter, sa conviction devient complète le jour où il se sent atteint, dans sa personne ou ses intérêts, par les applications pratiques de la doctrine contraire. Une règle existe en dehors de *lui* et de ses semblables ; ses actions et leurs

actions, selon qu'elles se conforment ou non à cette règle, lui apparaissent bonnes ou mauvaises ou monstrueuses : autant de qualifications qu'il tient pour aussi objectives que l'indication d'un avantage ou d'une difformité physique. *Menteur*, à son oreille, sonne même plus mal que *bossu*.

Or, cette règle est en rapports multiples avec la conscience qu'il a d'être libre. Sa nécessité, qui est évidente, se reconnaît de prime abord pour une conséquence de cette liberté. Les causes fatales, les opérations mécaniques sont à elles-mêmes leur règle. Il n'y a pas de loi qui m'ordonne positivement de respirer. Il n'y en a point qui m'interdise de me soustraire à la gravitation universelle ou d'empêcher de varier en moi le coefficient de la pesanteur avec la latitude. Ma conduite ne réclame un principe d'ordre, et n'admet une régulation extérieure, que dans la mesure où je la fais ce qu'elle est, bonne ou mauvaise, à ma guise et à mon choix.

Inversement, parce que j'ai conscience d'être libre, la loi qui règle mon activité n'a prise sur elle qu'à la condition de m'apparaître comme une réalité objective, indépendante de moi, supérieure à ma personnalité, supérieure même aux intérêts qu'elle sauvegarde. Ses ordres n'empruntent pas la force par laquelle ils me lient, de leur seule conformité avec le bien d'autrui et l'intérêt sagement entendu de ma nature. Qu'il me soit bon et honorable d'éviter la cupidité qui me dégrade et de pratiquer la générosité qui me grandit, qu'importe si une force supérieure, une autorité n'est pas là pour m'imposer de préférer la perfection morale de ma personnalité humaine, aux instincts et aux intérêts qui me sollicitent en sens contraire? Quand même l'honnêteté porterait en elle-même la raison dernière des devoirs qu'elle impose, ce serait en vertu d'un principe écrit quelque part dans l'ordre des vérités intelligibles, c'est-à-dire adéquat à une réalité idéale, à la manière des mathématiques pures. — Voilà

ce qu'admet implicitement l'homme qui s'incline devant la loi ; voilà ce que sent, d'une autre façon, celui qui s'expose aux remords de l'avoir violée. Est-ce à tort ou à raison ? Notre raisonnement n'en a rien préjugé. Il nous suffit du fait constaté. L'homme porte ancrée au fond de l'âme l'idée d'un devoir qui l'oblige ; et cette idée tient à la notion de liberté par une liaison intime, second élément d'un couple indivisible. Si la liberté est une chimère, le devoir n'est qu'un leurre, pour deux raisons : parce que l'obligation suppose la liberté dans le sujet qu'elle atteint, et parce que, sans liberté, il est impossible d'assurer la réalité objective de l'ordre, à la garde duquel la conscience est préposée, et de l'autorité qui le sanctionne.

Enfin, si la loi se protège contre les transgresseurs, c'est qu'elle les croit libres — à tort ou à raison, encore une fois. Le châtiment qui se donne pour un rétablissement de l'ordre, est un odieux non-sens, s'il frappe un malheureux dominé par la nécessité. En fait, imputabilité et liberté sont, pour ma conscience, dans le même rapport qu'obligation et liberté. Non que ces deux notions se confondent : tous mes actes libres ne regardent point la loi morale, mais tous ceux qu'elle regarde sont libres et, dans les limites de sa compétence, mes actions ne lui appartiennent que par leur côté libre. Le bien ou le mal accomplis par erreur, distraction, entraînement invincible, la laissent indifférente. Dernier fait que notre argumentation n'utilise, comme les précédents, qu'à titre de phénomène. Comme tel, il peut compter parmi les résultats acceptés de l'anthropologie ; il manque à la constatation d'être moderne et d'avoir coûté de savantes recherches. Sans cela, ce serait une grande découverte.

Malgré la réserve qui vient d'être réitérée, une fin de non-recevoir est facile à opposer. On dira : Liberté psychologique et liberté morale sont deux choses distinctes : pourquoi les confondre ? Mêler la morale à l'étude du

fonctionnement physique d'une faculté, n'est-ce pas introduire l'*a priori* dans une question de fait, et fausser, par l'intrusion de préjugés ou de considérations extrinsèques, les données de cette question? — Il vous semble? Légitimez votre déclinatoire. Quant à nous, il ne nous semble pas.

En effet, le refus de comprendre les actes moraux comme tels, parmi les objets de la psycho-physiologie, n'est recevable que dans l'hypothèse du libre arbitre. Si la volonté est une cause autonome, soustraite à toute dépendance passive et capable de diversifier à son gré son propre exercice, chaque forme constatée de l'activité libre est, par avance, justifiée dans sa raison dernière. Le même principe suffit, par définition, à les expliquer toutes. Réciproquement, l'étude spéciale de leurs conditions d'existence jettera peu de jour sur le caractère *essentiel* (1) de l'agent volontaire; car leur analyse aboutira toujours, en fin de compte, à la même conclusion : l'homme agit ainsi, parce qu'il lui plaît d'agir ainsi. Mais écartez la supposition d'une faculté à la fois indifférente et capable de se déterminer elle-même : la question de raison suffisante se pose à nouveau pour chaque forme ou catégorie distincte des opérations volontaires. Sans doute, la psychologie n'est pas tenue au travail de les classer et de les qualifier; mais elle demeure comptable du facteur qui justifie leur existence et leur nature : dans la faculté ou dans son objet, à son choix ou plutôt au gré des choses, il faut qu'elle le trouve, et qu'il soit spécifiquement approprié à l'ordre de faits correspondant. Elle n'a plus de réponse qui vaille pour tous les cas. La psychologie animale n'explique pas les mœurs des castors par l'instinct des pigeons voyageurs.

Il faut donc en prendre votre parti et accepter la ques-

(1) Je souligne le mot, ne voulant point paraître légitimer la tendance de certaine psychologie trop spéculative à rétrécir outre mesure sa base d'induction.

tion avec tous ses embranchements et prolongements naturels. Nous raisonnons sur l'existence du libre arbitre. Si vous concluez à la négative, vous prétendez avoir montré que le moteur central de la vie humaine est une cause nécessaire, une façon de ressort, raidissant ses spires par un effort fatal dont l'impulsion se propage dans tout le détail de la conduite, comme le mouvement dans les rouages d'une mécanique. A vous de prouver que votre ressort suffit à son rôle, à tout son rôle. Vous nous devez, outre beaucoup d'autres explications dont nous ne vous passerons pas une seule, vous nous devez la preuve que l'existence réelle de la liberté n'est impliquée nulle part dans l'ordre où nous vivons ; la preuve que des êtres déterminés, des machines, des horloges pensantes se sont universellement créé l'idée fausse d'une obligation, c'est-à-dire, d'une nécessité absolue qui laisse entier leur pouvoir physique de la braver ; la preuve que cette mensongère apparence, ce rêve contradictoire a pu devenir le générateur normal et indispensable de leurs plus puissantes énergies ; la preuve qu'il existe une loi morale pour des systèmes nerveux ; la preuve enfin que, dans ce cas, les meilleurs instincts de l'homme, l'honneur, la probité, la conscience, sont autre chose que des formes dérivées de la grande illusion, vaines et fantastiques comme elle, et qu'il nous reste le moindre motif raisonnable de les entretenir, pour l'embellissement du monde, par une persuasion fausse. Tout cela se trouve inclus dans le problème que vous prétendez résoudre, dans les données, dans les corollaires, dans les scolies. C'est peut-être parce que certains n'ont pas l'habitude de l'y voir, qu'ils cabriolent dans ces idées avec une si belle assurance. Mais nous n'y voyons nul motif de leur laisser cette facilité.

Aux faits réels, une cause réelle. Le rôle joué par l'idée d'obligation, en est un et des mieux constatés. Quand il serait admis que les préceptes particuliers de la loi morale évoluent avec les termes du rapport qui les mesure,

il reste invariablement que cette loi, à tous les âges, doit trouver dans l'homme un point d'application par où elle pèse sur sa conduite et le contraint d'agir d'après la règle qui est pour lui celle du juste et de l'honnête, au degré de l'évolution où il est parvenu. Même réduite et rognée selon le caprice des théories les plus plates, la notion de moralité reste au moins celle d'un caractère auquel l'homme croit reconnaître que certaines actions s'imposent à lui indépendamment de toute nécessité ou contrainte physique. Entre cette idée qu'il contemple dans sa conscience, et la pratique qu'il y conforme, il existe un lien de causalité. Au précepte qui ordonne, répond une impulsion qui le fait exécuter. Voilà la fonction : nous demandons à voir l'organe. Si vous le décrivez à votre fantaisie, c'est la réalité objective de la loi qui est menacée et votre thèse ne s'en trouve pas mieux. Car l'existence de cette loi est un autre fait, un fait positif, aussi positif que toutes les conquêtes du microscope et du scalpel. Elle assure une fonction et sert une fin évidente, et seule elle y suffit. Toute la vie du monde est suspendue aux ordres qu'elle édicte. A toute heure, ils vous protègent et me protègent contre des périls trop évidents. Sans doute, je ne les vois ni ne les sens comme l'arme qui me servirait au même effet. Je ne vois pas non plus la force qui empêche la lune de nous tomber sur la tête, et la menace d'un tel accident ne rendrait pas la terre plus inhabitable que le silence de cette voix incessamment en éveil dans le cœur de l'homme pour articuler ces deux mots : *Tu ne peux pas*. Tous ces faits, on nous les accorde ; au besoin, nous les prendrions de force.

Dès lors, apparaît la vraie portée du problème. Ce principe qui maintient l'ordre aux plus hautes régions du monde visible, il a sa place parmi les lois fondamentales de l'universelle harmonie. Pour y contester une réalité objective, en son genre, comme la loi qui fait pousser les griffes du chat et la laine du mouton, et cela sous le mir-

fique prétexte qu'on ne l'a ni vu ni palpé comme celle-ci, il faut avoir perdu le sens. Or devoir, obligation, moralité : autant de notions corrélatives à celle de volonté. Si la volonté n'est pas libre, toute la causalité des idées morales se réduit à une pression dynamique sur les centres du mouvement spontané. Les ordres de la conscience et de l'honneur donnent le branle aux actions humaines, à la manière du miroir qui attire les alouettes et de l'épouvantail qui disperse les moineaux. Autant dire qu'ils ne sont rien. En tout cas, ils ne sont pas ce qu'ils paraissent et doivent paraître pour emporter l'assentiment de la volonté. Le bien auquel elle pense s'attacher en les observant est illusoire, et il ne la gouverne qu'au prix de cette illusion. D'autre part, la poussée mécanique à quoi l'on borne toute l'impulsion du « sens » ou de l' « instinct » moral, celui-ci ne l'exerce que sur un être qui se croit libre. C'est dans une conscience au moins imaginaire de la liberté, que ses mobiles trouvent leur unique point d'application. Ainsi, sous quelque aspect qu'on l'envisage, son efficacité est subordonnée à des apparences mensongères ou contradictoires et les réclame. Avant d'espérer que nous admettrons cette hypothèse, on aura prouvé qu'elle donne pour mobile à la vie morale et pour régulateur à toutes les relations humaines autre chose qu'un mot, le plus creux des mots.

II

Tel est le problème du libre arbitre, problème complexe et ramifié, mais où chaque détail s'enlace à tous les autres et se soude avec eux sur le même tronc. On en mutile et on en fausse les données, lorsqu'on les arrache de leur unité organique, sous couleur de les étudier à part, pour y mieux concentrer son attention. Une solution partielle,

fût-elle satisfaisante à un point de vue limité, se déclare nulle, dès qu'elle résiste à être emboîtée dans l'ensemble.

Combien de systèmes ont saisi le problème dans son ampleur une et multiple, et l'ont résolu par une réponse positive, simple et conséquente, dont les éléments s'agencent en un enchaînement symétrique aux données de la question ? Un seul, celui de la psychologie traditionnelle. En regard de cette théorie, rien qu'une doctrine d'opposition, un système négatif, qui, peu soucieux de se mesurer aux difficultés du problème, tourne tout son effort à surprendre et à renverser son adversaire, dont la chute assurerait son avènement. Entre la conception spiritualiste du libre arbitre et le déterminisme mécanique, tout au plus aperçoit-on, en regardant bien, quelques essais difformes et inconsistants de théories, de fragiles échafaudages, condamnés à voler en éclats sous le choc de ces deux masses. On ne saurait se souvenir avec trop d'attention que telles sont les conditions vraies du conflit : deux rivaux, dont un seul se présente avec des titres positifs pour demeurer maître du terrain.

Il est clair toutefois, et nous n'entendons pas le nier, qu'une vraie contradiction ou impossibilité prouvée à l'évidence, sur un point démontré essentiel au système spiritualiste, entraînerait sa condamnation sur toute la ligne. Mais lorsque l'accusation est soutenue au nom et au profit d'une doctrine dont l'insuffisance, par ailleurs, est notoire, la logique demande que la preuve en soit surveillée de près et tenue pour suspecte jusqu'à la fin de la défense.

Faisons rapidement le tour de la théorie spiritualiste pour nous rendre compte de ses moyens de résistance. Rien n'y a été improvisé pour les besoins de la défense. Nous laissons le système se présenter tel qu'il existait, longtemps avant qu'il fût question de déterminisme.

L'affirmation du sens intime est véridique ; l'homme est

libre comme il croit l'être. Sans doute, la voix qui le lui atteste au plus profond de son être, ne doit pas être crue par la science sur cette simple affirmation. Mais son témoignage, critiqué avec toute la rigueur voulue, se défend par des caractères internes de véracité qui le rendent pleinement recevable. Il n'entre pas dans notre plan de détailler ici les titres et les garanties qui en font foi. Nous nous bornons à indiquer au passage au prix de quelle conséquence et à quelle condition, il serait permis d'arguer de faux ce témoignage décisif en l'espèce.

La conséquence, c'est que le sens intime, pris en flagrant délit d'erreur invincible ou de tromperie systématique sur un point de la plus haute gravité, est rayé à tout jamais des moyens de la connaissance. Que la psychologie expérimentale remplace comme elle pourra son principal instrument !

La condition, c'est que l'erreur sera expliquée et démontrée soit par un vice de la faculté qui la commet, soit par un caractère spécial à l'objet qui la provoque. Entendons-nous bien! Étant supposé vrai que les actes censés libres s'engendrent avec la nécessité des effets mécaniques, il s'agit d'établir en outre, que nonobstant cette nécessité qui leur est commune avec toutes les fonctions perçues comme nécessaires par la conscience, ils présentent des apparences qui induisent cette même conscience dans une erreur où elle tombe toujours et seulement à leur endroit. Cette démonstration, pas plus que la précédente, n'a jamais tenté les dialecticiens du déterminisme. On l'a fort dextrement remplacée par une troisième qui prouve trop, ce qui est, on ne l'ignore pas, une manière de ne rien prouver. Le libre arbitre, dit-on, est une illusion provoquée par ce fait que la conscience ne perçoit pas le contact par où la nécessité engrène sur nos actes volontaires et les emporte; mais ce rouage peut être situé hors de son champ d'observation. — D'après cette étrange manière de raisonner, la liberté serait insaisissable au sens intime, même si elle

existe. Mais il s'agirait précisément de prouver, au préalable, que le caractère discerné par la conscience dans nos actes libres soit purement négatif. Car enfin, s'ils présentent l'apparence d'être libres, c'est que la perception réflexe où ils se retracent, contient une note, une marque, un indice qui les désigne comme tels. A cette note, à cette marque, à cet indice de l'image consciente y a-t-il ou n'y a-t-il pas une réalité positive qui réponde dans l'acte perçu? Tel est le point à tirer au clair. Sinon, tous ces considérants subtils sur les prétendues impossibilités qui rendent le libre arbitre inconnaissable de la part de l'objet, peuvent se transporter tels quels à la perception subjective. Un élément distinctif, contradictoire et inadmissible dans les choses, serait un non-sens dans leur représentation idéale. D'après cela, notre conscience ne nous dirait pas que nous sommes libres ; cette notion n'existe pas en nous, même à titre d'illusion. Nous avons tous cru à tort, non pas que nous sommes libres, mais que nous avons le sentiment d'être libres. Voilà qui est neuf ; quelle preuve en donnez-vous ? Votre impuissance à analyser le signe éminemment positif auquel l'homme se reconnaît l'auteur de la détermination qui remplace, dans sa volonté, la liaison établie par la nécessité entre les causes mécaniques et leurs effets ? J'en tire pour mon compte, en dehors de toute insinuation désobligeante, la conclusion que le tranchant de notre esprit s'émousse sur certaines notions trop simples, uniques en leur genre, et relevant d'un moyen de perception qui ne laisse aucune prise au contrôle direct des sens externes. Mais jusqu'à démonstration formelle que toutes les hypothèses possibles ont été reconnues contradictoires, supprime-t-on un problème sur le seul motif qu'on n'y comprend rien ?

On peut donc hardiment mettre les choses au pire. Supposons qu'il faille laisser sans réponse décisive quelques-unes des difficultés captieuses où la raison spéculative entortille à son ordinaire, l'argument d'expérience : leur

valeur probante contre le fait, demeure juste au niveau des antinomies par lesquelles la sophistique d'un autre âge a prétendu prouver, par exemple, l'impossibilité d'une grandeur continue, l'impossibilité du mouvement, celle de la causalité efficiente, etc., etc. Celles-là aussi attendraient toujours une riposte qui décourageât pour tout de bon les ergoteurs, si un intérêt quelconque entretenait encore leur démangeaison d'ergoter.

Poursuivons. Si le vouloir humain est libre, la faculté dont il émane n'est pas un organe matériel ; théorème simple et clair, sinon facile, dont la démonstration quasi tout entière est faite à rebours dans les considérants de la négation déterministe. Mais cette force supérieure à la matière, ce principe spirituel dont la nécessité se dévoile ici tout à coup, la psychologie traditionnelle ne l'imagine pas, comme un *deus ex machina,* en désespoir de cause, pour construire sa théorie de la liberté. Il a déjà sa place dans l'anthropologie rationnelle. D'autres actions vitales, les phénomènes de la pensée, étudiés à part et pour eux-mêmes, ont aussi révélé dans l'homme la nécessité d'un facteur immatériel. Dès lors, nulle difficulté capitale à le charger d'une nouvelle fonction. Bien plus : une analyse audacieuse, mais d'une parfaite rigueur, pénétrant à fond la nature de l'acte intellectif qui éclaire et dirige les mouvements de la volonté, montre que ces mouvements reçoivent leur impulsion initiale non de la connaissance qui les précède, mais de la volonté même et de la volonté seule. Ainsi, d'un point de départ indépendant, la psychologie revient par la voie déductive au fait affirmé d'intuition par la conscience.

Par là, une confirmation importante vient renforcer la thèse du libre arbitre et aggraver dans une large mesure les difficultés de l'assaillant. Pour dégager les abords de la place, il doit essayer de deux choses l'une : ou bien

prouver que la vie mentale s'explique tout entière par des actions cérébrales matérielles, ou bien montrer comment un vouloir déterminé, passif, dominé par la fatalité, s'arrange avec la notion d'âme et d'intelligence spirituelle.

Je sais que l'on contestera cette exigence. — Et puis ? Quelle exigence légitime n'est pas contestée si peu qu'elle devienne importune? Que celle-ci, outre qu'elle est gênante, soit plus ou moins inattendue, cela se peut. Les défenseurs du libre arbitre n'ont pas coutume d'imposer à leurs contradicteurs l'état intégral des preuves qu'il s'agit de fournir. Soit qu'une générosité chevaleresque leur fasse accepter le combat dans les conditions défavorables choisies par l'adversaire ; soit que par une audace de logique, résultant de leurs convictions, ils s'engagent à trouver tous les éléments de leur démonstration dans des données arbitrairement mutilées, ils se prêtent d'ordinaire à laisser isoler la question du libre arbitre, d'avec les résultats les mieux établis de l'idéologie. Si nous avions un conseil à leur donner, ils renonceraient à cette tactique dont on ne leur sait nul gré, et qui, parfois, a desservi leur cause. Elle prête au soupçon qu'ils se défient eux-mêmes de la solidité de ces preuves qu'ils sont si attentifs à rendre indépendantes les unes des autres, en dépit de leur connexion objective. Force nous est bien de convenir qu'en ce genre, la prudence a parfois été poussée jusqu'à des excès de précaution presque amusants. Tel ou tel essai de philosophie spiritualiste fait songer à je ne sais quelle gigantesque bâtisse où chaque étage, au lieu de porter sur le gros œuvre des étages inférieurs, serait suspendu sur un système de colonnes appuyées dans le sol sur des fondations séparées ! A quoi bon cette architecture compliquée ? Dans quel but cette grande dépense de fer et de moellons ? La maison en sera-t-elle plus solide, puisque, malgré tout, un étage ne s'écroulerait pas sans entraîner les autres dans un commun désastre ?

Ainsi donc, sauf raisons à produire, intelligence imma-

térielle et volonté libre sont deux notions conjuguées. A partir d'ici, la théorie spiritualiste devient de notoriété banale : spiritualité, survivance immortelle, responsabilité, loi morale, on sait comment tout s'y tient et s'y enchaîne avec une aisance dont, toutefois, nous ne prétendrions pas, sans plus de façons, tirer argument en faveur du système.

III

Mais une grosse difficulté demeure ou plutôt reparaît : si dans ce bel édifice, de si régulière ordonnance, une supposition fondamentale est contredite par une expérience certaine ? — Le système s'effondre, et nous vous en abandonnons les débris. Mais quelle est donc cette supposition formellement démentie par l'expérience ?... Et le mot de *conservation de l'énergie* se trouve écrit avant qu'on y ait songé.

Il va donc falloir en parler ; et le désir d'esquiver une « actualité » rebattue serait ici d'autant plus vain, que c'est justement par cet endroit de la frontière que le problème psychologique du libre arbitre a été attiré sur le territoire scientifique, puis accaparé comme l'on sait. Pourtant — le dirons-nous ? — cet incident paraît bien hors de proportion avec l'émoi qu'il a causé. Mais à peine le coup était-il fait, que, partagés entre le désir de récupérer leur bien, et la crainte que la Science ne couvrît les aventuriers qui l'avaient pris, les philosophes — certains philosophes — sont entrés en campagne avec plus d'ardeur que d'ensemble... N'insistons pas sur cette histoire. Si quelque jour la querelle s'assoupit assez pour permettre de la juger à froid, elle fournira maint exemple classique de logomachie tournoyant dans le vide. Dans les deux camps, plus d'un combattant est en défaut : chez les envahisseurs, pour avoir créé la confusion ; chez les envahis,

pour s'y être laissé prendre. Avec une connaissance à peu près exacte des termes de la question, avec une idée à peu près nette de ce qu'ils veulent, et une vue à peu près nulle de ce qu'ils attaquent, les déterministes s'aventurent dans des stratagèmes de tactique offensive et défensive, où ils réussissent trop souvent à imposer à l'adversaire leurs opinions sur le point de fait. Et, comme dans celles-ci la fantaisie a sa large part, le débat tourne à une mêlée d'escarmouches *ad hominem*, d'où le gâchis remonte dans la question principale, grâce à une légion de sous-œuvres empressés, accourus déjà pour organiser la victoire.

On aurait pu commencer par se demander ce que vaut, en réalité, cette fameuse loi que des *philosophes* déterministes souvent étrangers aux sciences mathématiques érigent, pour les besoins de leur cause, en *palladium* de la science moderne. Des savants mieux qualifiés pour en parler, sont moins affirmatifs. A leurs yeux, si le théorème de la conservation de l'énergie a reçu des faits, dans la mesure restreinte où il peut être question de le vérifier, une ratification suffisante pour justifier son application à des phénomènes du même ordre, on n'en est nullement autorisé à passer sous silence les conditions qu'il suppose pour se donner le droit de l'étendre à l'univers tout entier. Au point de vue des principes, le théorème s'est imposé par une méthode moins brillante que sa fortune. On s'est médiocrement soucié, parmi les adeptes de sa généralisation, de dégager les faits constatés et les lois expérimentales, du tissu d'hypothèses et d'analogies où ils s'enlacent dans les constructions subjectives qui les coordonnent provisoirement, et sous les conventions de langage qui les traduisent. Des interprétations purement cinématiques et descriptives, bonnes à représenter les phénomènes, se font prendre pour des explications dynamiques atteignant les causes réelles : le symbole pour la réalité ! Le triomphe définitif et universel des théories

mécaniques, prédit sur des garanties aussi légères que la crédulité qui les accepte, a dissipé jusqu'à l'envie de regarder au juste ce que nous savons des forces réelles de la nature et des conditions vraies où elles s'exercent. Ainsi, d'un théorème d'analyse, très ingénieux sans doute, et susceptible d'un usage fécond en mécanique rationnelle, grâce à des conventions inflexibles et moyennant quelques définitions très nettes, le préjugé a fait une loi du monde réel et le principe d'ordre souverain de l'univers. Aux énigmes petites et grandes, impliquées dans cette métamorphose, on n'a pas daigné songer.

Ainsi parlent certains physiciens et non des moindres. Mais ils seront accusés de scepticisme, et devant une raison si édifiante, les défenseurs du libre arbitre doivent se sentir désarmés. Accordons — conditionnellement — le principe de la conservation de l'énergie. Les déterministes en sont-ils plus avancés ?

Pour que cet instrument leur rendît le genre de services qui paraît être leur principale raison d'y tenir, deux choses auraient dû être démontrées à l'évidence. D'abord, que l'intervention du volontaire exige nécessairement une création d'énergie ; ensuite, que cette création d'énergie est contraire aux faits constatés et mesurés. Toute conclusion est prématurée qui devance la preuve péremptoire et simultanée de ces deux propositions. Peut-être l'une d'elles sera-t-elle établie un jour. Laquelle ? C'est une autre affaire qui n'a rien à voir avec la question de méthode où nous nous sommes présentement confinés. Pour l'heure, elles n'ont de simultané qu'un même besoin d'être prouvées. Dans ces conditions, le parti pris d'une part, de l'autre un certain manque de foi dans les principes, expliquent seuls que défenseurs et assaillants entourent en masses compactes tantôt le premier, tantôt le second de ces deux théorèmes, comme si la question était intéressée à ce qu'ils soient vrais ou faux séparément.

A cette faute de tactique, où de part et d'autre l'on est

coupable peu ou prou, les champions du déterminisme ajoutent, pour leur compte, un artifice dialectique qui fait peu d'honneur à la méthode positive. En vertu de quelles preuves nous affirme-t-on avec cet aplomb victorieux que l'acte libre implique une création d'énergie ? Il vaut la peine d'y regarder de plus près. D'abord, de quels actes parle-t-on ? Il en est qui ont leur dernier aboutissement dans ma volonté même, sans aucun effet qui la dépasse. Je puis adhérer à une vérité idéale par un acte de simple complaisance, qu'aucun mouvement libre ne suivra. Je puis arrêter maintenant un projet dont l'exécution ne viendra qu'après des années. Secoué, malgré moi, par le frémissement de l'impatience ou le grondement de la colère, je puis les désavouer par une protestation, qui restera, comme on disait jadis, à la fine pointe de mon esprit. A ces actes-là, il n'est pas encore question de trouver une répercussion organique. Si vraiment ils en ont une, est-elle assimilable au *travail* d'une force, au sens mécanique du mot, faute de quoi elle n'a rien à voir avec le principe de la conservation de l'énergie ? Et même en ce cas, réussira-t-on jamais à la mesurer à peu près exactement, noyée qu'elle est parmi celles des actes de connaissance directe et réflexe et les autres impressions sensibles qui accompagnent tout exercice de la liberté ? Vous devancez donc l'expérience de trop loin, en paraissant croire que vous tenez déjà l'équation de ces mouvements. Il reste l'expédient d'assimiler les actes de la volonté pure aux ordres qui commandent les opérations spontanées : généralisation hypothétique d'une hypothèse gratuite elle-même. Car, pour ces derniers aussi, les données expérimentales ont été escomptées avec une confiance téméraire. En vue de la recherche qui nous occupe, qu'avons-nous uniquement à considérer dans le mouvement libre ? Son point de départ physiologique, la vibration d'un neurone cérébral, passé lequel tout le reste du processus se réduit à une série d'actions végétatives et nécessitées. Or, par où

saisir ce premier anneau de la chaîne ? Par l'expérience interne ? Le sens intime est muet sur le travail des centres moteurs ; et, du reste, les mesures, dont il s'agit, ne sont pas de son ressort. Par l'observation externe ? Elle y parviendra quelque jour peut-être ; pour le moment, elle en est encore loin. Vraiment, le déterminisme n'a pas l'œil ouvert sur ses propres mérites, lorsqu'il accuse la théorie du libre arbitre d'être un système *a priori*, construit d'imagination, en dehors et au mépris de la méthode positive. Lui-même, quelle garantie donne-t-il de ses affirmations tranchantes ? Rien que l'extension hâtive d'un principe admis — on sait de quel droit — pour les mouvements mécaniques. Seulement ce principe, fût-il ailleurs élevé au rang de loi, redescend à celui d'hypothèse, lorsqu'on l'étend au delà de la base expérimentale, sans démonstration subsidiaire sur la parité des cas. Le génie se meut ainsi dans le champ des découvertes par intuition ou divination, mais à charge de refaire ensuite à pied, par le raisonnement ou l'observation, le chemin qu'il a franchi de haut vol. Jusque-là, le plus chétif serviteur de la vérité, comme qui dirait l'auteur de cet article, reste libre de répondre à l'inventeur ou à ses satellites : « Si les équations de condition qui légitiment votre hypothèse sont possibles, établissez-les ; si elles ne le sont pas, nous conservons notre droit de ne pas encore dire *amen*. »

Notre droit et, lorsque d'autres faits nous semblent menacés, notre devoir. Et-c'est là que nous en sommes. Quand bien même le principe de la conservation de l'énergie aurait reçu confirmation pour les mouvements vitaux en général, il devrait encore être prouvé à part pour le mouvement volontaire ; parce qu'il existe une raison spéciale à ce mouvement, d'admettre une exception. Expérience pour expérience ! L'attestation du sens intime est aussi un procédé empirique, et les réalités qu'il nous découvre ont rang de vérité dans la science, sur la même

ligne et au même titre que les résultats de l'observation externe. Ainsi, les impressions sensitives de nos organes ne se bornent pas à ce qu'un autre observateur en pourrait constater par le dehors. S'il était prouvé qu'une théorie de la lumière ne tient compte que des modifications physico-chimiques de la rétine, sans laisser place au fait intime de la perception visuelle, nul appareil de démonstrations et de formules ne la sauverait ; et pour ingénieuse qu'elle fût par ailleurs, nous l'enverrions rejoindre les élucubrations d'un sourd qui réduirait toute l'acoustique aux informations de ses yeux et de ses mains.

La psychologie peut donc attendre sans crainte. Au surplus, s'il faut dire toute notre pensée, nous comprenons mal la répugnance presque craintive que certains défenseurs du libre arbitre mettent à laisser paraître qu'ils croient possible, en principe, la création de l'énergie par le volontaire. Comme si l'on était sur le point de prouver que l'esprit ne pourrait être considéré, au besoin, comme une force étrangère au système mécanique placé sous ses ordres ! Comme si, l'union substantielle de l'âme et du corps une fois établie, rien de sérieux empêchait d'admettre de l'une à l'autre, une causalité efficiente, d'ailleurs réduite à un mouvement pratiquement nul comme grandeur physique, dans la somme des énergies du monde matériel !

Cette action, du reste, on la soupçonne ailleurs encore, dans des faits où la liberté n'est pas en cause. Qui ne croirait la toucher du doigt, en songeant aux conditions d'équilibre de l'inextricable fouillis d'images cérébrales auxquelles sont liées nos idées ? S'en remettre à une loi d'association mécanique pour régler leur défilé devant la pensée réflexe, c'est être content à bon marché. Les chimères fantastiques, bizarres, incohérentes, monstrueuses du rêve, montrent assez quels lacis tortueux, quels zigzags invraisemblables décrivent, dans ce réseau, les voies de moindre résistance. Lorsque le mouvement y circule sui-

vant la ligne tracée par l'enchaînement objectif d'une série de vérités abstraites, n'est-ce pas qu'une force régulatrice est intervenue pour endiguer et rectifier son cours? Action matérielle, mouvements locaux, création d'énergie. Nous jetons au passage, cette question qui mérite peut-être plus d'attention.

Quoi qu'il en soit de cette analogie, que suffirait-il pour admettre — éventuellement — l'action mécanique du libre arbitre ? Que l'existence du vouloir libre soit établie par l'ordre de preuves qui lui est propre. Or, ces preuves que l'observation psychologique et l'analyse métaphysique ont fournies, je vois fort bien qu'on les conteste, je ne vois pas qu'on les réfute. Pourtant cette simple fin de non-recevoir, grâce aux autorités qui la patronnent, en impose encore à certains esprits, plus qu'il ne convient de le tolérer. Il y a là un emploi de l'objection préalable qui ressortit de plein droit à la question de méthode que nous traitons ici. Sa constante et incompréhensible faveur ne permet pas de le compter pour rien. Il convient donc d'en dire quelques mots.

Toutes les dénégations du monde ne peuvent rien contre une raison, pas même créer un préjudice, à moins qu'on n'y ajoute la preuve qu'on l'a étudiée et comprise. Les négateurs du libre arbitre n'en sont pas là, ou ne le montrent guère. Ceux d'entre eux, qui n'ont pas adopté vis-à-vis de la métaphysique l'attitude du dédain transcendant, auraient tort de prendre ceci pour une offense. Notre intention — qu'ils nous le pardonnent ! — serait, au contraire, de les excuser.

La réalité a tant d'aspects que l'homme n'aperçoit pas, à moins d'une longue et souvent laborieuse éducation de son esprit ! A d'autres époques, des penseurs à l'intelligence parfois géniale, ont accepté sur des faits d'expérience des explications soi-disant physiques, insuffisantes, contradictoires, invraisemblables à un degré qui décon-

certe aujourd'hui notre imagination. Et ils tenaient enti les mains cent moyens de contrôle qu'ils n'ont pas eu l moindre idée d'essayer. Maintenant, dit-on, de tels ma heurs ne nous arrivent plus ; nous savons trop bien voi toucher, mesurer, peser, calculer. Soit. Mais en mêm temps que s'éclaire la zone des phénomènes sensibles des réalités matérielles, l'ombre reflue et s'épaissit dar les régions supérieures habitées par la raison pure. Le regards qui ont désappris à les scruter, s'y perdent dar le vide, ou en peuplent les ténèbres de simulacres no moins grotesques et plus malfaisants que les coquecigrue de la vieille physique.

Qu'on nous permette ici une similitude qui restera ur pure similitude. Mettez un homme du peuple en présenc d'un grand travail d'art en voie d'exécution. Nous disor « un homme du peuple » ; on dirait, sans peut-être sorti beaucoup du vrai, un profane quelconque, un lettré étran ger aux sciences exactes, un poète, ou encore, si l'on tier à cette vengeance, un métaphysicien perdu dans les idée pures. Qu'est-ce à ses yeux, par exemple, que l'établiss ment d'une voie ferrée ou la construction d'un pont ? Ur série d'actions physiques exécutées par des machines o des bras armés d'outils. Toutes les causes qu'il voit ag sont du même ordre que les effets partiels qui, sur tous le points à la fois, attirent ou étonnent son regard : fardeau qu'on élève, masses qu'on remue, matériaux qu'on façonne ferronnerie qu'on ajuste, et le reste. Que de ce chac d'activité confuse, résulte une œuvre où s'aperçoit un pla d'ensemble, il ne s'en étonne pas, puisque chaque travai leur y a songé pour sa part ; et comme la pierre et le fe sont solides, il est naturel que la construction tienne. D savoir technique qui est l'âme de cette entreprise mat rielle, il ne soupçonne rien de précis. Tout ce qu'il a fal dresser de plans, calculer de formules, dessiner d'épure relever de niveaux, mesurer d'angles, de distances et

volumes, bref toute cette création mentale avec la formation qu'elle suppose, les résultats qu'elle utilise, la méthode qui la rend possible, les difficultés qu'elle surmonte, il ne la voit ni ne peut la voir. A moins d'y mettre des années d'étude et d'observation directe, il n'en aura qu'une idée fausse par tous les bouts. Encore moins faudrait-il essayer de lui expliquer la réalité objective du rôle joué ici par la science et le calcul. Sans doute, la pensée de l'ingénieur élève le pont et le tient en l'air par un autre genre de causalité que les bras des ouvriers et la résistance des matériaux. Néanmoins, faute de son secours, on construit les ponts de travers et ils croulent.

A cette comparaison, il suffirait de mettre des rimes pour en faire un apologue philosophique et moral. Mais la fable, pour avoir sa pleine saveur, appellerait un bout de commentaire. L'ignorant qui n'entend rien à l'art de construire, a pourtant vu parfois, sur les travaux, l'ingénieur circuler ses plans à la main et prendre des mesures avec des instruments cabalistiques : sorte d'apparition obscure, surgissant dans l'ombre et le brouillard, à l'horizon d'un pays inconnu. Interprétée vaille que vaille par son imagination et la légende populaire, elle entretient au moins dans son esprit le soupçon de choses dont il n'a pas l'idée. — La pensée a d'autres sphères plus fermées d'où nul effet sensible, lueur, mirage ou fantôme, ne vient chercher les yeux obstinément détournés. Et voilà comment des hommes de science, des esprits sérieux et cultivés, prenant, à l'exemple des simples, les limites de leurs connaissances pour les bornes du connaissable, nient le libre arbitre, pour la seule raison que, ne l'ayant jamais regardé, ils ne l'ont jamais aperçu.

Notre tâche s'arrête ici. Son seul but était de déblayer le terrain et de préparer les voies pour une étude spéciale, de nature plus positive, qui sera publiée ici même par un

auteur compétent. C'est par là que telle ou telle des considérations qui précèdent, justifient leur présence dans une revue scientifique. Nous avons suivi la méthode synthétique où elle nous menait, et notre seul regret est de n'avoir pu, dans ces pages rapides et hâtives, marquer avec plus de rigueur la liaison organique qui relie entre eux tous les éléments de la question. Puisque la vérité est une, jamais on n'affirmera trop haut le droit d'intervention et de contrôle mutuels qui préserve chaque science de déraisonner impunément à domicile. Il n'est pas moins légitime pour être impopulaire.

Usant jusqu'au bout de la permission que nous avons prise, nous ajouterons une dernière remarque. Nous autres, défenseurs du spiritualisme, nous n'avons pas toujours brillé par la tactique, et plus d'une fanfare de triomphe n'aurait jamais humilié nos oreilles, si la mésaventure de Patrocle ne s'était parfois renouvelée dans nos rangs. Une précaution, aussi importante qu'élémentaire, serait de se demander toujours quel contradicteur nous avons devant nous : une intelligence droite et loyale, sincèrement désireuse d'être éclairée, ou bien un acrobate plus agile que fier, qui, sur le point d'être saisi, s'enlèvera par un tour de son art, dans les branches de quelque sophisme, pour la joie d'un public voué par nature et habitude au malheur d'admirer cette voltige. Ceux-là montrent un zèle méritoire qui affrontent, pour la bonne cause, les hasards de ce champ clos. Mais qu'ils se gardent de prendre eux-mêmes l'escrime, à laquelle ils se condamnent, pour une condition « objective » des droits de la vérité. Tout cet effort de dialectique tient peut-être à des exigences gratuitement surajoutées à la question. Se rendent-ils compte de la dépense de syllogismes au prix de laquelle il leur faudrait fournir, contre un idéaliste retors et têtu, la démonstration apodictique de l'existence du monde ? Contre les adversaires de cette espèce, et pour

l'utilité de ceux qu'ils trompent, l'attitude la plus sûre est encore l'intransigeance des vraies convictions. Vous voyez bien que les sources où ils puisent leurs arguments ne sont pas celles où leur doute s'entretient ? Dès lors, pourquoi vous imposer d'y chercher tous les vôtres, au détriment peut-être de la vérité intégrale? Édulcorée, atténuée, enveloppée de réticences, votre philosophie ne leur plaira pas davantage. Certaines antipathies sont dans la logique des choses. N'espérons pas que les vignerons approuvent jamais les sociétés de tempérance.

.L .S

ÉTUDE

SUR

LES ERREURS D'OBSERVATION

EXISTENCE DES ERREURS D'OBSERVATION

Des observateurs novices s'imaginent parfois qu'ils parviendront à effectuer des mesures rigoureusement exactes, sous la seule condition de multiplier les précautions. Leur illusion disparaît dès qu'ils soumettent les résultats auxquels ils sont arrivés à une vérification systématique, soit en recommençant les mêmes opérations avec le même soin, soit en abordant les mêmes mesures par des voies différentes : les résultats se ressemblent, sans être identiques.

Ils se calomnieraient en attribuant les écarts entre les résultats uniquement à leur maladresse ou à leur inexpérience. Sans doute, l'habileté et la pratique amoindrissent ces écarts ; mais elles n'arrivent pas à les effacer. Il suffit de consulter les recueils où sont consignés les détails des travaux exécutés par les meilleurs observateurs, pour s'en convaincre et pour constater que l'existence des écarts entre les résultats fournis par une série de mesures se rapportant à un même objet, est un fait général.

Il serait intéressant de mettre sous les yeux du lecteur quelques exemples à l'appui de cette affirmation ; mais cela nous entraînerait trop loin. Qu'il nous suffise d'en

mentionner un seul. Le grand astronome allemand Bessel cite trois séries d'observations dans son ouvrage intitulé : *Fundamenta astronomiæ pro anno MDCCLV, deducta ex observationibus viri incomparabilis, James Bradley*. La première série contient 300 observations d'une même déclinaison : les résultats sont répartis sur un intervalle de 8 secondes. La deuxième série contient 300 observations d'une même ascension droite, et la troisième en contient 470 : les nombres qu'elles ont fournis s'échelonnent sur un intervalle de 2 secondes pour chaque série. Si la loi commune s'est manifestée chez un observateur aussi sagace et aussi exercé que Bradley, auquel Bessel décerne avec raison le titre de « vir incomparabilis », et dont les travaux ont conduit à la découverte de deux phénomènes, en quelque sorte microscopiques, l'aberration et la nutation, il est bien évident que nous nous flatterions en vain de nous y soustraire.

Mais, si les causes d'erreur sont des adversaires qu'on ne peut exterminer complètement, il n'en est pas moins vrai qu'on peut leur infliger des défaites notables en les combattant judicieusement.

DES MOYENS PROPRES A COMBATTRE LES CAUSES D'ERREUR

On ne peut évidemment combattre efficacement les causes d'erreur qui faussent nos mesures, sans connaître ces causes, sans se rendre compte de la manière dont elles s'introduisent dans nos opérations, sans apprécier le désarroi qu'elles sont capables d'y jeter.

Le premier soin de qui aspire à conduire à bien des observations scientifiques, sera donc de se renseigner sur tous ces points. Ce n'est qu'après avoir recueilli le plus grand nombre possible de renseignements au sujet des causes d'erreur avec lesquelles il va se trouver aux prises,

qu'il pourra s'occuper des moyens de les combattre efficacement.

Ces moyens sont au nombre de quatre. Il y a : 1° les *moyens directs* qui tendent à faire disparaître les causes mêmes d'erreur ; 2° les *corrections* qui consistent à déterminer les lois qui relient les causes d'erreur inévitables à leurs effets, de manière à pouvoir calculer ceux-ci et à en débarrasser les résultats des observations ; 3° les *compensations* par les causes d'erreur elles-mêmes, en disposant les instruments ou en réglant la manière de s'en servir de telle façon que les effets d'une ou de plusieurs causes d'erreur soient compensés ou au moins atténués par les effets opposés d'une ou de plusieurs autres causes ; enfin, 4° l'*application des méthodes de la théorie des erreurs*.

Nous nous proposons de passer en revue ces différents moyens, d'exposer ce qu'on a déjà fait dans cette voie, et d'indiquer en passant ce qui reste à faire. Ce sera une étude de vulgarisation dans le sens élevé de ce mot. Nous avions essayé, dans une première rédaction, d'en bannir tout appareil mathématique, afin d'en rendre la lecture plus facile ; il s'est trouvé qu'en plusieurs points nous avions simplement sacrifié la rigueur sans profit pour la clarté. Il est impossible, en effet, de donner une idée exacte de la théorie des erreurs, qui n'est qu'un procédé de calcul, sans faire usage de quelques formules mathématiques : nous ne les multiplierons pas et elles n'auront, d'ailleurs, rien de bien mystérieux.

C'est sur la théorie des erreurs que nous insisterons surtout, en passant rapidement sur les autres moyens.

EXAMEN DES CAUSES D'ERREUR

Classification. — trois facteurs interviennent dans toute observation scientifique : l'observateur qui l'exécute, les

instruments qu'il emploie et le milieu ou les circonstances au sein desquels il opère.

De chacun de ces éléments essentiels surgissent des causes d'erreur. Nous aurons donc à examiner les *erreurs personnelles*, les *erreurs instrumentales* et les *erreurs circonstancielles* provenant des milieux ambiants.

Erreurs personnelles. — Nous n'apprenons rien au lecteur en lui disant que nos sens, admirablement adaptés à leur but immédiat, ne sont pas aptes à saisir les moindres détails des éléments d'un phénomène physique. Dès lors, l'observateur est exposé à confondre les grandeurs qu'il prétend mesurer avec toutes celles qui en diffèrent de très petites quantités.

Cette imperfection relative de nos sens, abandonnés à leurs seules ressources, suffirait à nous interdire la conquête des lois scientifiques expérimentales. Multipliez les mesures de l'angle d'incidence et de l'angle de réflexion d'un rayon lumineux sur un miroir plan : vos sens vous diront que ces deux angles sont toujours très peu différents ; ils ne vous dicteront pas la loi de la réflexion.

Une particularité dont la connaissance est moins vulgaire est que certaines erreurs des sens sont soumises à des lois déterminées. L'astronome anglais Maskelyne appela le premier l'attention sur ce fait, en constatant, en 1795, entre les mesures du temps effectuées par lui et par son aide Kinnebrook, une différence systématique qui s'éleva en quelques mois de 0^s à $0^s,7$ ou $0^s,8$. Mais c'est seulement en 1820, que la première explication en fut donnée par Bessel. Depuis lors, les astronomes ont étudié de plus près cet intéressant problème.

Nous signalons à nos lecteurs un mémoire sur l'*équation personnelle*, publié dans les travaux de l'Observatoire de Lyon (1892) par M. Gonnessiat, astronome adjoint à cet Observatoire.

Les recherches de ce genre tendent à resserrer considérablement les limites des erreurs d'observation et consti-

tuent, par conséquent, de véritables victoires de l'homme sur la nature. C'est spécialement dans la mesure du temps, dans l'appréciation des instants auxquels se produisent certains phénomènes astronomiques, que les erreurs personnelles ont été étudiées. Mais rien ne prouve que cette étude ne présenterait pas une égale utilité sur d'autres terrains.

Erreurs instrumentales. — Pour suppléer autant que possible à l'insuffisance des sens, l'observateur a recours à des instruments. Mais avec eux s'introduisent dans les opérations de mesure d'autres causes d'erreur. On sait que tout instrument scientifique est la réalisation matérielle d'une conception idéale, tendant à un but déterminé. Il est clair que ce but ne pourrait être rigoureusement atteint que si l'art du constructeur parvenait, sans faillir, à donner un corps à cette création de l'esprit. Or, dans la pensée de l'inventeur, les surfaces ont exactement des formes géométriques régulières ; les pièces destinées à être en contact se touchent sans aucun jeu ; l'usure et le frottement n'existent pas ; les arêtes des faces, les lignes, les traits de division ont des épaisseurs nulles ; etc. Aucune de ces conditions n'est matériellement réalisable.

Sans doute, les constructeurs sont parvenus à dominer la matière au point de fabriquer de véritables merveilles de précision. Tous les jours leur art fait de nouveaux progrès, et l'importance des erreurs instrumentales diminue du même pas. Mais, comme il restera toujours quelques progrès à faire, jamais les causes d'erreur inhérentes aux instruments eux-mêmes ne seront complètement écartées.

Erreurs circonstancielles. — Parmi les causes perturbatrices extérieures, la température est une des plus importantes. Ses variations changent les dimensions des pièces métalliques qui devraient rester identiques à elles-mêmes ; elles produisent dans l'atmosphère des réfractions irrégulières qui déforment les rayons visuels et en font des lignes courbes dont la forme n'est pas exactement connue, etc.

L'état hygrométrique de l'air, la pression atmosphérique, le vent, les trépidations du sol, les mouvements lents de déformation de la croûte solide du globe, les variations du magnétisme terrestre, etc. sont autant d'obstacles contre lesquels se heurte à chaque instant l'observateur, autant d'intrus auxquels il doit disputer l'exactitude de ses mesures et qui en emportent toujours quelque chose.

Dans les instruments de haute précision, surtout dans les lunettes astronomiques, on se trouve devoir lutter contre la pesanteur des organes qui les fait fléchir et leur donne des formes variables avec les positions qu'ils occupent par rapport à la verticale. On conçoit, en effet, qu'une grande lunette astronomique prend une courbure convexe lorsqu'elle est placée horizontalement et soutenue en son milieu par son axe de rotation ; que cette courbure disparaît dans la position verticale, et se renverse lorsque la lunette vient à être retournée bout à bout.

Voilà, sans que la liste en soit épuisée, bien des causes d'erreurs circonstancielles que leur fréquence rend tyranniques et leurs caprices très peu disciplinées.

DES MOYENS USITÉS POUR COMBATTRE DIRECTEMENT LES ERREURS

L'observateur combat les causes d'erreurs personnelles par l'étude, en développant ses connaissances théoriques ; par l'exercice, en perfectionnant ses aptitudes opératoires ; par la discussion attentive des résultats auxquels il parvient, en y puisant des renseignements utiles sur le fonctionnement normal de ses sens et sur le trouble qu'y apportent les particularités du phénomène à observer, la fatigue, etc. Il parvient ainsi à donner une sûreté de plus en plus grande à la vue, à l'ouïe et au tact.

Pour augmenter la puissance de ses sens et ajouter à la précision de ses mesures, parfois même pour leur confier

la besogne principale, il a recours à la loupe, au microscope, aux verniers, aux instruments enregistreurs, à la photographie, à une foule d'appareils et de procédés que nous ne pouvons songer à examiner en détail. Bornons-nous à en signaler deux : les micromètres et les plaques photographiques.

Le micromètre a pour but de mesurer le déplacement d'un point de repère quelconque. Il se compose essentiellement d'un organe, appelé chariot, faisant corps avec le point de repère, et qu'entraîne une vis à pas très fin. La tête de la vis est munie d'un tambour divisé en un certain nombre de parties égales.

Si nous supposons, pour fixer les idées, que la vis ait un pas d'un quart de millimètre, et que le tambour soit divisé en 60 parties égales suffisamment grandes pour qu'on puisse évaluer à vue le dixième d'une division, comme c'est le cas pour les micromètres du Cercle mural de Troughton que possède l'Observatoire royal de Belgique, on arrive à estimer la 600me partie d'un quart de millimètre, c'est-à-dire la 2400me partie du millimètre.

Le procédé d'observation par impressions photographiques rend d'immenses services dans tous les domaines de la science, mais l'astronomie surtout s'en est fait un précieux auxiliaire. Ses principaux avantages résultent non seulement de la suppression de l'erreur personnelle, dans la mesure où la plaque sensible remplace l'observateur, mais du rôle que joue ici le temps : tandis qu'il diminue, en se prolongeant, les ressources de notre œil par la fatigue qu'il provoque, il multiplie celles de la plaque sensible ; d'autre part, un instant suffit à celle-ci pour saisir un phénomène fugitif, en sorte qu'elle est capable de fixer définitivement des images trop faibles ou trop fugaces pour affecter notre rétine et nous met à même de les étudier à loisir, aussi longtemps et aussi souvent que nous le désirons, sur le cliché lui-même, sur des repro-

ductions ou sur des agrandissements qui en rendront la lecture plus aisée.

C'est la photographie qui a découvert le cinquième satellite de Jupiter et elle achève en ce moment la carte générale du ciel ; l'astronomie stellaire lui doit d'ingénieuses méthodes pour la détermination des parallaxes, et l'astro-physique lui confie ses plus délicates recherches.

Outre les erreurs personnelles, l'observateur doit combattre les erreurs instrumentales et les erreurs circonstancielles.

La description de tous les moyens imaginés dans ce but par les constructeurs et les observateurs ne rentre pas dans le cadre de notre travail ; bornons-nous à mentionner deux exemples.

On sait que l'axe de rotation d'une lunette méridienne doit être exactement cylindrique. En supposant qu'il en soit ainsi au moment où l'instrument sort des ateliers du constructeur, on peut prévoir que cette situation court grand risque de ne pas se maintenir. Les mouvements de rotation imprimés à la lunette pour lui donner successivement les diverses orientations nécessaires aux observations, useront l'axe d'une façon irrégulière, et introduiront ainsi une cause d'*erreur instrumentale* dans les observations. On supprime cette cause, ou tout au moins on l'atténue beaucoup, en contrebalançant le poids de l'instrument par des contrepoids tellement disposés que la pression sur l'axe de rotation est rendue presque nulle.

Voici un autre exemple, relatif celui-ci aux causes d'erreurs circonstancielles. Dans une pendule ordinaire, la résistance de l'air et l'épaississement lent des huiles lubrifiantes sont deux causes d'erreurs extérieures On a évité la première en plaçant la pendule dans le vide, ou dans une enceinte où l'on peut facilement la maintenir sous une pression constante. Ce dispositif est appliqué à la pendule électrique de M. Hipp, dont nous possédons un exemplaire à l'Observatoire royal de Belgique. Pour

éviter la cause d'erreur résultant de la présence de l'huile et de son épaississement progressif, M. Hipp supprime l'emploi de l'huile : il suspend le pendule régulateur sur couteau et le munit d'un dispositif électrique très ingénieux qui entretient son mouvement.

DES MOYENS USITÉS POUR CORRIGER LES ERREURS PAR LE CALCUL

Malgré tant et de si ingénieux efforts de la part des observateurs et des constructeurs, il subsiste des causes d'erreur qui échappent, en partie du moins, à leur étreinte ; il en existe même qui, par leur nature, sont directement inattaquables. Telle est l'influence qu'exerce, sur les observations astronomiques, le phénomène découvert par Bradley et connu sous le nom d'*aberration*.

Il consiste dans une déviation de la ligne de visée résultant du mouvement de l'observateur, emporté par la translation de la Terre, et de la vitesse finie de la lumière que lui envoie l'astre qu'il observe. Pour s'en faire une idée, on peut imaginer une lunette ayant une longueur égale à la distance parcourue par la lumière en 1 seconde. Pour pointer cette lunette sur une étoile, et maintenir l'image au foyer de l'objectif, il faudra incliner la ligne de visée, dans le sens du mouvement de la Terre et de telle façon que l'objectif soit, à chaque instant, à une distance de la position qu'il occuperait si la Terre était au repos, égale à l'espace parcouru par la Terre en 1 seconde à cet instant. Il s'ensuit que pour voir une étoile, il faut regarder de côté, et régler l'écart sur la grandeur variable et la direction changeante de la vitesse de la Terre. Pour supprimer cette cause d'erreur dans la détermination de la position qu'occupe réellement l'étoile sur la sphère, il faudrait arrêter notre globe ou donner à la lumière une vitesse infinie, ce qui n'est pas en notre pouvoir.

Dans tous les cas où il nous est impossible de combattre directement une cause d'erreur dont on a reconnu l'existence, on doit s'efforcer d'en découvrir la loi, afin de pouvoir en déterminer les effets dont on corrigera les données de l'observation par le calcul. C'est ce qu'a fait Bradley pour l'aberration.

Les erreurs qu'on parvient à corriger ainsi par le calcul ont reçu le nom d'*erreurs systématiques;* les autres, dont les causes capricieuses et indisciplinées échappent à toute loi, s'appellent *erreurs accidentelles*.

On a fait des hypothèses, que l'on dit très ingénieuses, sur les propriétés des erreurs systématiques et surtout sur les caractères propres des erreurs accidentelles. Malgré toute l'autorité des auteurs qui les ont émises, nous n'avons réussi à y voir que des spéculations théoriques sans aucune portée pratique. On peut, en effet, exposer complètement la théorie des erreurs sans faire appel à ces hypothèses. Nous nous proposons d'en faire prochainement la preuve détaillée dans un autre travail. Qu'il nous suffise ici d'énoncer la question sans y insister. Elle se trouvera, d'ailleurs, implicitement résolue dans la partie de la présente étude consacrée à la théorie des erreurs.

DES MOYENS USITÉS POUR COMPENSER LES CAUSES D'ERREUR

La méthode des doubles pesées nous fournit un premier exemple de ce genre de lutte contre les causes d'erreur. Le balancier compensé, à grille ou à mercure, dont sont pourvues non seulement les horloges de précision, mais aussi un grand nombre de pendules d'appartement, nous en fournit un second. On sait que la durée d'oscillation du balancier dépend de la longueur d'un pendule simple synchrone, variable avec la distance qui sépare le point de suspension du balancier de son centre de gravité. La période d'oscillation ne sera donc fixée que si cette dis-

tance reste constante. Dans le balancier compensé, lorsque la température s'élève, en même temps que cette distance tend à augmenter par la dilatation d'une partie du balancier, elle tend à diminuer d'autant par la dilatation équivalente et en sens inverse d'une autre partie; un phénomène analogue se produit lorsque la température diminue, en sorte que le balancier se trouve à peu près soustrait à l'influence de la température par la seule opposition des effets qu'il subit.

Ces exemples familiers font suffisamment comprendre comment on peut amener les causes d'erreur à s'entredétruire. Nous n'y insisterons pas davantage.

DE LA THÉORIE DES ERREURS

Définition et subdivision. — La théorie des erreurs doit être, à notre avis, un ensemble de méthodes mathématiques usitées pour combiner les résultats d'une série d'observations, de manière à obtenir une compensation probable des erreurs dont ces résultats peuvent être affectés, tout en rendant impossible l'accumulation de ces erreurs.

On voit, par cette définition, que la théorie des erreurs ne s'engage pas à nous donner toujours et à coup sûr la compensation de ces erreurs : son efficacité ne va pas jusqu'à réaliser ce prodige. Mais elle nous permet l'espoir, fondé sur des renseignements certains, qu'elle réussira souvent au moins à atténuer ces erreurs.

Pour faire saisir l'esprit de cette théorie, nous entrerons d'abord dans quelques détails relatifs aux intervalles entre lesquels on parvient à enfermer les valeurs des inconnues que l'on veut déterminer, et sur les conséquences qu'on peut tirer de la connaissance de ces intervalles. Nous aborderons ensuite la théorie des erreurs considérée à un point de vue général, et les diverses méthodes dont l'ensemble forme cette théorie. Pour plus de facilité, nous

répartirons ces développements dans une série de paragraphes distincts.

Nécessité de déterminer des intervalles qui comprennent les inconnues. — Lorsqu'une observation a fourni, par exemple pour la mesure d'une longueur inconnue, une valeur déterminée — supposons-la égale à 256 mètres — et qu'on ignore si l'erreur dont cette mesure peut être affectée ne dépasse pas $0^m,001$, $0^m,01$, $0^m,1$, 1^m, 10^m ; ... en d'autres termes, lorsqu'on ne possède aucune donnée sur l'intervalle qui comprend la valeur exacte de cette longueur, l'erreur échappe à toute correction et la signification de la mesure (256 mètres) reste sans portée.

Il en serait autrement si l'on savait de science certaine que l'erreur ne surpasse pas $0^m,01$, par exemple. Dans ce cas, en effet, la longueur exacte est comprise dans l'*intervalle* ($255^m,99$, $256^m,01$) ; dès lors, en adoptant pour la mesure de cette longueur un nombre quelconque compris dans cet intervalle, on ne commettrait certainement pas une erreur supérieure à la différence entre le nombre choisi et celui des deux nombres extrêmes de l'intervalle dont il diffère le plus. Si ce degré de précision est jugé insuffisant, il n'y a qu'une chose à faire : reprendre les observations avec plus de soin, ou recourir à d'autres moyens capables de fournir un *intervalle plus resserré.*

Nous admettrons donc comme un principe établi que si on veut déterminer en toute rigueur une valeur utile d'une grandeur dont on ignore la valeur exacte, il faut connaître au moins un intervalle suffisamment restreint qui la renferme certainement.

Marche à suivre pour déterminer les intervalles qui renferment les grandeurs inconnues. — Pour déterminer un intervalle qui renferme la valeur exacte A d'une grandeur inconnue dont on possède une valeur observée A_s, on étudie toutes les causes d'erreur qui ont pu fausser la mesure, de manière à connaître l'écart maximum que chacune d'elles a pu produire. Si l'on groupe tous les

écarts susceptibles de se produire dans le même sens pour ajouter leurs plus grandes valeurs, on obtient, pour les erreurs possibles par excès, d'une part, et les erreurs possibles par défaut, d'autre part, des valeurs extrêmes en deçà et au delà desquelles l'erreur commise ne saurait tomber. Si on désigne la limite par excès par L_s, et la limite par défaut par l_s, on peut affirmer que l'inconnue A est comprise dans l'intervalle $(A_s - l_s, A_s + L_s)$.

Les limites L_s et l_s peuvent, selon les circonstances, être déterminées par le raisonnement, par l'expérience ou par les deux à la fois. Nous concevons même qu'un observateur expérimenté puisse fixer ces limites d'*instinct*, dans les observations qui lui sont familières.

Dans la plupart des cas, les deux limites sont égales en valeur absolue. De là, les expressions telles que celles-ci : ce corps pèse $1^{gr},356$ à 2 milligrammes près; cet angle vaut $15° 37' 6'',37$ à 5/100 de seconde près, qui signifient que le poids de ce corps est compris entre $1^{gr},358$ et $1^{gr},354$, et la valeur de cet angle entre $15° 37' 6'',42$ et $15° 37' 6'',32$.

Il peut arriver que les limites des erreurs soient inégales, que l'une d'elles soit nulle, ou encore que toutes deux soient par excès ou toutes deux par défaut; mais ces particularités n'ont aucune importance ici. Le point capital, le seul que nous voulons retenir, c'est qu'une valeur observée A_s d'une inconnue n'a de signification vraiment utile que si la connaissance de ce nombre A_s s'accompagne de celle d'un intervalle (A'_s, A''_s) qui renferme certainement la valeur exacte de l'inconnue.

Comparaison des intervalles. Intervalle résultant. — Lorsque la valeur exacte d'une inconnue est comprise dans deux intervalles différents, elle est nécessairement comprise dans la partie commune à ces deux intervalles, c'est-à-dire dans un intervalle plus petit que chacun des précédents et dont il est aisé de fixer la valeur. On comprend dès lors que le rapprochement de deux, et *a fortiori* de

plusieurs intervalles comprenant tous une même grandeur inconnue, puisse fournir un *intervalle résultant*, dont les renseignements seront plus précis que les témoignages isolés des intervalles primitifs.

Afin de rendre plus palpable, par un exemple, le but que l'on poursuit et les avantages que l'on retire en recourant à la considération de l'intervalle résultant, nous appuierons notre exposé sur les données numériques groupées dans le tableau suivant. Nous ne les avons pas empruntées à une série de mesures réellement effectuées ; nous les avons imaginées en vue de réunir dans un seul exemple, et d'une manière simple, les diverses circonstances que l'on rencontre dans la pratique.

VALEURS OBSERVÉES A_s	LIMITES DES ERREURS $l_s = L_s$	ORIGINES OU $A_s - l_s$	EXTRÉMITÉS OU $A_s + L_s$	ÉTENDUES DES INTERVALLES
$1^m,3729$	1^{mm}	$1^m,3719$	$1^m,3739$	2^{mm}
$1^m,3737$	$0^{mm},5$	$1^m,3732$	$1^m,3742$	1^{mm}
$1^m,3734$	$0^{mm},5$	$1^m,3729$	$1^m,3739$	1^{mm}
$1^m,3733$	1^{mm}	$1^m,3723$	$1^m,3743$	2^{mm}
$1^m,3725$	1^{mm}	$1^m,3715$	$1^m,3735$	2^{mm}
$1^m,3733$	$0^{mm},8$	$1^m,3725$	$1^m,3741$	$1^{mm},6$

Si l'on ne connaissait qu'une quelconque des valeurs observées, la première par exemple, $1^m,3729$, et les limites correspondantes, on saurait que la valeur exacte est comprise entre $1^m,3719$ et $1^m,3739$; c'est-à-dire dans un intervalle dont l'étendue est 2^{mm}. Mais il résulte de l'ensemble du tableau des renseignements plus précis.

Comparons les divers intervalles, en commençant par les origines, puis en passant aux extrémités ; nous constaterons sans peine que l'on peut former un intervalle plus restreint que chacun de ceux qui figurent dans la cinquième colonne, en associant la plus grande origine avec la plus petite extrémité, qui sont respectivement la deuxième ori-

gine, ou $1^m,3732$, et la cinquième extrémité, ou $1^m,3735$, fournissant un intervalle dont l'étendue est $0^{mm},3$.

Nous arrivons ainsi à cette conclusion que la valeur exacte de l'inconnue fait partie d'un intervalle ($1^m,3732$; $1^m,3735$), dont l'étendue $0^{mm},3$ est inférieure au tiers de l'intervalle 1^{mm}, le moins étendu de la série des intervalles comparés. C'est à cet intervalle que nous avons donné le nom d'*intervalle résultant*.

On peut conclure aussi de ce qui précède que si la valeur exacte de l'inconnue diffère de la médiane de l'intervalle résultant, ou de $1^m,37335$, l'écart ne surpasse pas la moitié de l'étendue de l'intervalle résultant, c'est-à-dire $0^{mm},15$.

Cas d'impossibilité. — La détermination de l'intervalle résultant serait impossible, si la plus grande origine était supérieure à la plus petite extrémité. Tel serait le cas, par exemple, si les limites des erreurs de la cinquième valeur observée qui figure au tableau précédent étaient $0^{mm},5$ au lieu d'être 1^{mm}. L'extrémité de l'intervalle correspondant, qui doit comprendre l'inconnue, serait alors $1^m,3730$. La valeur exacte de l'inconnue serait donc, au plus, égale à $1^m,3730$.

D'autre part, les renseignements contenus dans la deuxième ligne du tableau, attribuent à la même inconnue une valeur au moins égale à $1^m,3732$, et par conséquent supérieure à $1^m,3730$. La contradiction est manifeste et on doit en conclure qu'une ou plusieurs des limites renseignées dans la deuxième colonne du tableau sont inexactes. Il faut vérifier les opérations qui ont fourni ces limites, afin d'y découvrir la faute commise et, au besoin, recommencer les mesures.

Élimination de certaines valeurs observées. — Il arrive parfois aux observateurs d'exclure de la mise en œuvre une ou plusieurs des valeurs extrêmes d'une série de valeurs observées pour une même inconnue.

Nous avons entendu maintes fois condamner cette pra-

tique. Nous l'avons aussi entendu revendiquer comme un droit légitime de tout observateur expérimenté.

Il est permis de croire que ces discussions dont nous avons été le témoin, ne sont pas isolées, puisque M. Faye traite la question dans son *Cours d'Astronomie de l'École polytechnique* (1881, première Partie, p. 235) et que M. J. Bertrand lui consacre un paragraphe de son *Calcul des Probabilités* (p. 210).

Le tableau précédent nous fournit les éléments nécessaires pour éclairer le débat.

Nous avons vu que l'intervalle résultant, qui renferme la valeur exacte de l'inconnue, est ($1^m,3732$, $1^m,3735$).

Or, nous voyons que la première et la cinquième des valeurs observées, $1^m,3729$ et $1^m,3725$, tombent en deçà de cet intervalle et que la seconde, $1^m,3737$, tombe au delà. Dès lors, si l'on est certain des limites fixées aux erreurs, on est certain aussi que ces valeurs étrangères à l'intervalle résultant sont fausses. Il n'est pas seulement permis de les rejeter, on aurait tort d'en tenir compte.

De la confiance que méritent les valeurs observées. — On entend souvent les observateurs dire, de certaines valeurs observées pour une même inconnue et différentes entre elles, qu'elles *méritent la même confiance* ou que l'une d'elles *mérite plus de confiance* que les autres. Tel est, notamment, le cas lorsqu'ils disent que la moyenne arithmétique des valeurs observées est la valeur la plus probable de cette inconnue, *lorsque les valeurs observées méritent la même confiance.*

Bien des discussions dont les erreurs d'observation sont l'objet, proviennent, à notre avis, d'un manque d'entente sur le sens de cette expression. Il n'est donc pas inutile de chercher à le fixer.

Il est évident que des *valeurs inégales* observées pour une même inconnue sont *inégalement éloignées de la valeur exacte de cette inconnue ;* à les considérer en elles-mêmes, elles ne *méritent* donc pas la même confiance. Mais nous

ne connaissons pas la valeur exacte de l'inconnue ; nou ignorons, par conséquent, de quelle façon les valeurs obse vées se groupent autour de cette valeur exacte et, pa suite, dans quel ordre il convient de les classer au point d vue de la confiance qu'elles *méritent réellement*. Il résult de là que, lorsqu'on parle de la confiance que *mérite* certaines valeurs observées, il est sous-entendu qu'il s'ag d'une confiance basée sur la connaissance des circonstance qui entourent ces valeurs, ou, si l'on veut, non de la con fiance qu'elles *méritent*, mais de celle qu'elles *inspiren* cette confiance dépendant exclusivement de ce que nou savons positivement des limites des erreurs dont ce valeurs pourraient être affectées. On comprend que cett confiance puisse être *la même* pour des valeurs différentes et qu'elle puisse grandir ou diminuer à l'égard d'un même valeur, si nos renseignements sur les limites de erreurs viennent à se préciser.

Appliquons ces considérations aux données du tablea qui nous a servi d'exemple jusqu'ici.

Celui qui ne tiendrait compte que des indications iso lées et immédiates que fournit ce tableau, devrait accorde la *confiance la plus grande* et *la même confiance* à l seconde et à la troisième des valeurs observées, puisqu l'intervalle de 1^{mm}, qui les renferme respectivement ain que l'inconnue, est le plus petit de tous ceux de la der nière colonne. Il devrait accorder une confiance voisin mais *moindre* à la sixième valeur ; une confiance égal mais moindre encore à la première, à la quatrième et la cinquième valeur.

Mais du moment où on a déterminé l'*intervalle résu tant* ($1^{m},3732$, $1^{m},3735$), et constaté ainsi que la *premièr* et la *seconde* et la *cinquième* des valeurs observées son extérieures à cet intervalle, la confiance qu'elles inspi raient s'évanouit complètement, puisque *ces valeurs son reconnues fausses*.

Quant aux trois autres valeurs qui sont toutes comprise

dans l'intervalle résultant, rien ne justifierait *a priori* une préférence accordée à l'une d'entre elles, et il convient de leur accorder la *même confiance*.

En résumé, il faut entendre par *valeurs qui inspirent la même confiance*, au sens rigoureux du mot, une série de valeurs observées comprises toutes dans le même *intervalle résultant*.

Hâtons-nous, toutefois, d'ajouter que ces indications ne sont pratiques que dans le cas où les valeurs inconnues sont fournies directement par l'observation.

Lorsque les valeurs des inconnues sont définies par des *systèmes d'équations non résolues*, la détermination explicite de ces valeurs serait, en général, trop laborieuse pour qu'on pût songer à l'entreprendre. Les éléments nécessaires pour porter un jugement motivé sur la confiance qu'inspirent ces valeurs, font alors défaut ; il n'y a place que pour une appréciation instinctive.

Certitudes et probabilités de la théorie des erreurs. — Le but que l'on poursuit par l'application des méthodes de la théorie des erreurs, est de combiner les résultats d'une série d'observations, de manière à obtenir une compensation probable des erreurs, tout en rendant impossible l'accumulation de ces erreurs. On atteint la *compensation probable*, en additionnant ou en soustrayant divers termes erronés, de manière que leurs erreurs puissent s'entredétruire. On rend *impossible l'accumulation des erreurs*, en adoptant pour chaque inconnue une valeur moyenne entre les diverses valeurs de cette inconnue fournies directement ou indirectement par l'observation.

Une première méthode, dite de la *moyenne arithmétique*, consiste à adopter pour chaque inconnue la moyenne arithmétique d'une série de valeurs inspirant la même confiance.

Une deuxième méthode, celle de la *moyenne par poids*, adopte pour chaque inconnue, dont on connaît un certain nombre de valeurs A_1, A_2 ... A_n, une moyenne de la forme

$(p_1 A_1 + p_2 A_2 \ldots + p_n A_n) : (p_1 + p_2 + \ldots + p_n)$, dans laquelle les nombres $p_1, p_2, \ldots p_n$ sont positifs.

La méthode des *moindres carrés* conduit à une valeur analogue.

Celle de *Tobie Mayer* fournit également une valeur de ce genre. Seulement ici les nombres $p_1, p_2, \ldots p_n$ peuvent ne pas être tous positifs, et il est possible que la valeur en question ne soit plus une moyenne entre la plus petite et la plus grande des valeurs $A_1, A_2 \ldots A_n$. Nous admettons que, quand ces circonstances se présentent, on renonce à appliquer la méthode de Mayer.

Il nous reste à signaler une dernière méthode, imaginée par *Cauchy*. Il n'est pas démontré, à notre connaissance, que la *méthode de Cauchy* fournisse, dans tous les cas, des valeurs moyennes. Elle ne peut donc pas être considérée comme une méthode générale de la théorie des erreurs.

Toutes ces méthodes sont identiques, lorsqu'on les applique à des valeurs déterminées par des équations de la forme $x = A_s$, dont les seconds membres inspirent la même confiance.

La méthode de Mayer est encore identique à celle de Cauchy, dans le cas où les valeurs sont déterminées par des équations de la forme $ax = b$. Dans tous les autres cas, les méthodes donnent des résultats différents.

Si nous restreignons la *méthode de Cauchy* aux cas où elle conduit certainement à des valeurs moyennes, comme nous l'avons fait pour la méthode de *Mayer*, toutes les méthodes que nous venons d'énumérer fournissent pour chaque inconnue une moyenne entre les valeurs déterminées pour cette inconnue. Il est donc *certain* que les résultats auxquels on arrive par l'application de ces méthodes, inspirent la *même confiance* que les valeurs dont ils émanent et que les erreurs ne peuvent pas s'accumuler.

C'est une première *certitude* que donne la théorie des erreurs. Elle en donne une seconde, beaucoup plus importante à notre avis.

Pour la mettre en lumière, raisonnons sur un exemple concret. Supposons que les valeurs différentes déterminées pour une inconnue, et dont on prend une moyenne, soient au nombre de cent. Supposons, en outre, que la valeur moyenne déterminée entre ces cent valeurs soit supérieure à quarante-six d'entre elles et inférieure, par conséquent, aux cinquante-quatre autres.

De deux choses l'une : la valeur exacte de l'inconnue est ou n'est pas supérieure à cette moyenne.

Dans le premier cas, la valeur exacte surpasse non seulement la valeur moyenne, mais aussi les quarante-six valeurs qui lui sont inférieures. Cette moyenne est donc *plus voisine de la vérité* que ces quarante-six valeurs. Dans le second cas, les cinquante-quatre valeurs qui surpassent la moyenne, surpassent aussi, et plus que la moyenne, la valeur exacte. Cette moyenne est donc plus voisine de la vérité que ces cinquante-quatre valeurs.

Pratiquement, on ignore laquelle de ces deux hypothèses est la vraie. Mais on n'en est pas moins certain que la moyenne est préférable à quarante-six au moins des cent valeurs qui ont concouru à sa détermination. C'est la seconde certitude que fournit la théorie des erreurs.

On pourrait objecter : 1° que toute valeur intermédiaire entre la cinquantième et la cinquante et unième valeur, par ordre de grandeur, mériterait la même confiance que toutes les autres valeurs ; 2° que cette valeur intermédiaire est certainement préférable à cinquante des valeurs observées ; 3° que cette valeur est, dès lors, meilleure que toute autre valeur moyenne et qu'il est, par conséquent, inutile d'imaginer diverses méthodes capables de nous donner ces autres valeurs moyennes.

La réponse est aisée. Le choix d'une valeur intermédiaire entre la cinquantième et la cinquante et unième des valeurs déterminées pour l'inconnue, exigerait la détermination explicite des cent valeurs, afin de pouvoir les classer par ordre de grandeur. Or, les calculs qu'exigerait cette

détermination, et les calculs analogues dans d'autres cas, seraient tellement laborieux qu'on ne peut songer à les entreprendre. Les méthodes de la théorie des erreurs ont précisément pour but, comme nous le verrons plus loin, de tourner la difficulté en nous fournissant d'autres valeurs moyennes au prix de calculs moins fastidieux. D'autre part, ces valeurs moyennes à la détermination desquelles ces méthodes permettent de faire concourir un grand nombre de valeurs, présentent un *avantage probable* que n'offre pas une valeur intermédiaire entre la cinquantième et la cinquante et unième et qui justifie le nom de *résultat probable* qu'on leur donne dans la théorie des erreurs.

En effet, lorsqu'on tire une valeur moyenne de la combinaison d'un grand nombre de valeurs d'une inconnue, il faudrait un concours de circonstances auquel le hasard serait étranger pour que les écarts ne se compensassent pas plus ou moins ; il faudrait, surtout, que les observateurs jouassent de malheur pour que cette compensation ne se fît pas fréquemment, alors que tous et à chaque instant appliquent ces méthodes et adoptent pour règle de former de semblables moyennes. Ils sont donc convaincus, et avec raison, par une sorte d'intuition de la vérité et en dehors de toute démonstration proprement dite, que les erreurs se compensent plus ou moins lorsqu'on remplace les valeurs diverses déterminées pour une inconnue par des valeurs moyennes, et que la probabilité de la compensation est d'autant plus grande que le nombre des valeurs qui concourent à la formation d'une moyenne est plus considérable.

Tel est l'*avantage probable* que procure la théorie des erreurs. Ceux qui cherchent à démontrer mathématiquement que cet avantage existe réellement, sont obligés de recourir à des suppositions qui sont beaucoup moins évidentes que la chose même que l'on prétend démontrer. Aussi les essais qui ont été faits dans ce sens, n'ont-ils pas échappé à la critique.

Avant d'examiner ces critiques, donnons quelques indications sur les diverses méthodes que nous nous sommes borné tantôt à énumérer.

Méthodes de la moyenne arithmétique et de la moyenne par poids. — La méthode de la *moyenne arithmétique* consiste à prendre la moyenne $(A_1 + A_2 + \ldots + A_n) : n$ d'une série de valeurs $A_1, A_2 \ldots\ldots A_n$ qui inspirent la même confiance. Il convient évidemment de faire entrer dans le calcul de cette moyenne toutes les valeurs convenables déterminées pour l'inconnue.

Ce procédé n'est applicable que dans les cas simples où l'on connaît explicitement ces valeurs. Il cesse d'être pratique lorsque ces valeurs sont définies par des équations à deux ou à plusieurs inconnues non résolues.

Pour donner une idée des opérations qu'exigerait l'application de la méthode de la *moyenne arithmétique* dans ce dernier cas, il nous suffira d'examiner à ce point de vue les deux exemples suivants.

Le premier se rapporte à 8 équations géodésiques à 2 inconnues qui se rencontrent à la page 297 du *Cours d'Astronomie de l'École polytechnique* de M. Faye (1881, première Partie). Le second nous est fourni par un ensemble de 94 équations astronomiques à 5 inconnues, traitées par M. Folie, directeur honoraire de l'Observatoire royal de Belgique, dans un travail sur la revision des constantes de l'astronomie stellaire, publié dans les ANNALES ASTRONOMIQUES DE L'OBSERVATOIRE ROYAL DE BELGIQUE (nouvelle série, tome VII, pp. 55 et 60).

Les équations du genre de celles dont nous parlons ici sont appelées *équations de condition*.

Les équations de condition géodésiques de M. Faye peuvent être combinées deux à deux de 28 manières différentes. Elles permettent donc de déterminer 28 valeurs de la première inconnue, et 28 valeurs de la seconde. Pour utiliser l'ensemble dans le calcul des valeurs moyennes, il faudrait donc calculer 56 numérateurs et 28 dénomina-

teurs, puis 56 quotients. On obtiendrait ainsi les 28 valeurs de chacune des inconnues. Il resterait encore à additionner, pour chacune des deux inconnues, ses 28 valeurs et à diviser la somme par 28 ; on aurait ainsi les deux valeurs moyennes. Ce travail exigerait au moins 300 opérations numériques. Pour traiter de la même façon les équations astronomiques de M. Folie, où chaque inconnue possède 54 891 018 valeurs, le travail complet exigerait un nombre d'opérations numériques supérieur à un milliard. Il est bien évident que l'application de la méthode de la *moyenne arithmétique*, dans ces cas compliqués, est impraticable.

Quant à la méthode de la *moyenne par poids*, qu'il nous suffise de dire que le développement des calculs qu'elle exige est plus que doublé.

Méthode de Cauchy. — Nous avons déjà dit qu'il n'a pas été démontré, que nous sachions, que cette méthode conduit toujours à des valeurs moyennes. Elle a été critiquée du vivant de l'auteur, et en sa présence, dans les séances hebdomadaires de l'Académie des Sciences de France, par Bienaymé. Il n'est donc pas sans intérêt d'éclairer le lecteur sur l'état de la question. Quelques détails mathématiques sont nécessaires.

On rencontre fréquemment dans les sciences d'observation des formules du type

$$y = A + Bx + Cx^2 + Dx^3 + \ldots \tag{1}$$

Cette formule sert à calculer les valeurs que prend l'inconnue y pour certaines valeurs déterminées d'une variable x. Les facteurs A, B, C, D, ... sont des coefficients numériques dont les observations doivent fournir les valeurs.

A cet effet, on mesure une série de valeurs de y et les valeurs correspondantes de x, de manière à former un groupe d'équations entre les constantes inconnues A, B, C, D, ... En travaillant sur ces équations, on obtient des valeurs numériques de ces constantes ; on les introduit

dans la formule primitive qui permettra, dès lors, de calculer la valeur de y correspondant à une valeur observée de x.

Mais le second membre de la formule (1) est une suite indéfinie convergente. On sait qu'on ne commet pas d'erreur sensible en supprimant tous les termes à partir d'un certain rang ; mais on ignore à partir de quel rang la suppression devient légitime.

Si on voulait calculer les constantes A, B, C, ... au moyen des *moindres carrés*, ou de la *méthode de Mayer*, il faudrait essayer d'abord si les deux premiers termes suffisent. Dans la négative, il faudrait en essayer trois et ainsi de suite. Ces tâtonnements successifs ont un grave défaut : les calculs faits dans un essai quelconque sont sans utilité pour l'essai suivant. En un mot, tout est à recommencer à chaque essai.

La *méthode de Cauchy* supprime cet inconvénient : les calculs faits dans un premier essai servent dans un second, et ainsi de suite. Rien n'est donc perdu.

On s'arrête lorsque les écarts entre les valeurs observées du premier membre et les valeurs calculées du second sont inférieurs à une limite fixée d'avance et qu'on veut bien tolérer. Les valeurs des constantes A, B, C, D, ... auxquelles on arrive ainsi, sont appelées et sont de fait, jusqu'à un certain point, *satisfaisantes* ; mais, nous l'avons déjà dit, il n'est pas démontré que ces valeurs soient des *moyennes* dans tous les cas.

Si on tient absolument à des valeurs moyennes, on peut considérer celles auxquelles la méthode de Cauchy a conduit, comme des *valeurs approchées de ces moyennes*, et les corriger.

On peut donc dire que la méthode de Cauchy résout un double problème : elle détermine à la fois le *nombre* des coefficients inconnus qu'il convient d'adopter, et des *valeurs* approchées des moyennes que fournirait la méthode des moindres carrés pour ces coefficients.

C'est ainsi, du reste, que Cauchy a répondu lui-même aux objections de Bienaymé (1). Personne ne nous reprochera, par conséquent, de diminuer la portée de la méthode imaginée par l'illustre mathématicien français.

Méthode des moindres carrés. — La *méthode des moindres carrés* a été exposée pour la première fois par Legendre, en 1806, dans ses *Nouvelles méthodes pour la détermination des orbites des comètes*. Gauss l'a exposée également en 1809, et après lui Laplace, en 1812. Nous avons déjà dit qu'elle donne une moyenne de la forme $(p_1 A_1 + p_2 A_2 \ldots + p_n A_n) : (p_1 + p_2 \ldots + p_n)$. Cette moyenne utilise toutes les valeurs des inconnues. Ainsi, si on l'applique aux équations géodésiques de M. Faye, citées plus haut, elle fournit, pour chaque inconnue, une moyenne dépendant des 28 valeurs de l'inconnue. Si on l'applique aux 94 équations astronomiques à 5 inconnues de M. Folie, elle donne une moyenne à la formation de laquelle concourent, pour chaque inconnue, toute la série de ses 54 891 018 valeurs.

Les résultats fournis par la *méthode des moindres carrés* sont donc aussi probables que ceux qu'on obtiendrait en appliquant la méthode de la *moyenne arithmétique*, ou de la *moyenne par poids ;* et on les achète à beaucoup moins de frais. C'est dans la simplicité relative des calculs qu'exige l'emploi de la méthode des moindres carrés, que réside son avantage. Le procédé de la *moyenne arithmétique* exigerait, nous l'avons dit, pour les équations géodésiques de M. Faye, au moins 300 opérations numériques, et un milliard au moins pour les équations astronomiques de M. Folie. Or, si l'on fait le compte des opérations nécessaires pour appliquer à ces mêmes équations la *méthode des moindres carrés*, on trouve que leur nombre est réduit respectivement à 84 et à 4035 opérations.

Méthode de Mayer. — Nous avons montré, dans une

(1) COMPTES RENDUS DE L'ACAD. DES SC., 1853, t. XXXVII, pp. 5 et seq.

communication faite à la première section de la Société scientifique de Bruxelles, que la *méthode de Tobie Mayer* fournit, dans certains cas seulement, une moyenne entre une série de valeurs de l'inconnue. Nous en avons conclu qu'il faut renoncer à l'appliquer quand elle ne jouit plus de cette propriété. Nous avons indiqué en outre, dans la même communication, une simplification importante dont cette méthode est susceptible.

Elle diffère de la méthode des moindres carrés en ce qu'elle n'embrasse pas toutes les valeurs des inconnues. Dès lors, elle fournit des résultats moins probables. En revanche, elle n'exige que des calculs plus simples. Ainsi, au lieu des 84 et 4035 opérations que réclamerait la méthode des moindres carrés, dans les deux exemples que nous avons cités, la méthode de Mayer n'en exige plus que 42 et 2790 ; et ces nombres se trouvent réduits à 18 et à 690, en recourant à la simplification que nous lui avons fait subir.

Opinions relatives à la théorie des erreurs. — Les avis sont fort partagés au sujet de l'efficacité de la théorie des erreurs dans la lutte contre les causes d'erreurs accidentelles. Nous ne pouvons songer à exposer ici le détail des opinions qui ont été émises sur cette question ; mais nous ne pouvons pas non plus les passer entièrement sous silence. Il nous suffira, pour caractériser nettement le différend, de rapprocher deux avis opposés émanant de deux savants également autorisés.

M. Caspari, ingénieur hydrographe de la marine française, auteur d'un *Cours d'astronomie pratique*, couronné par l'Académie des Sciences, s'exprime ainsi, à la page 333 de ce bel ouvrage, après avoir exposé la théorie des erreurs d'observation :

« Les développements dans lesquels nous venons d'entrer au sujet de la théorie des erreurs ... ne présentent pas le caractère de rigueur mathématique que l'on est habitué de trouver dans les sciences exactes. On ne peut pas dire

qu'elles aient rallié l'opinion unanime des savants ; tandis que les uns y voient un instrument merveilleux de recherches, d'autres, frappés des mécomptes que l'application de ces procédés a occasionnés, leur dénient toute valeur. »

M. Faye, membre de l'Institut et du Bureau des Longitudes, écrit les lignes suivantes, à la page 236 de son savant *Cours d'astronomie de l'École polytechnique* :

« Si nous avons insisté longuement sur la méthode des moindres carrés, c'est qu'il est bon de la connaître et de savoir l'appliquer au besoin. C'est un moyen puissant de discussion dont les hommes de science tirent parti, lorsqu'ils veulent savoir jusqu'à quel point leurs théories, leurs formules s'adaptent à la réalité, ou bien lorsqu'ils veulent obtenir, avec toute la précision possible, des constantes fondamentales dans la science. Par exemple, lorsqu'on a réuni les mesures géodésiques d'arcs de méridien effectuées à grands frais, sur tous les continents, afin d'étudier la vraie figure du globe, c'est par la méthode des moindres carrés qu'on devra traiter les équations de condition, dût le calcul durer des mois entiers et exiger tout un personnel de calculateurs. »

La divergence d'opinion semble ici manifeste. Avant de prendre parti, précisons le point en litige. Une comparaison nous y aidera.

Lorsqu'un officier dirige le feu de ses hommes ou de ses batteries sur une position ennemie, il n'ignore pas qu'un grand nombre de projectiles iront se perdre, inoffensifs et inutiles; mais il sait que d'autres porteront et mettront quelques-uns des adversaires hors de combat. Il sait aussi que s'il laissait les balles dans les cartouchières, et les obus dans les avant-trains, il ne ferait à coup sûr aucun mal à l'ennemi. L'hésitation n'est pas possible : il faut tirer.

Telle est un peu la position d'un observateur aux prises avec les causes d'erreurs et ayant à sa disposition, pour les combattre, les méthodes de la théorie des erreurs. S'il ne les applique pas, il ne détruira certainement aucune des

erreurs accidentelles dont les résultats observés sont affectés. Au contraire, s'il en fait usage, en toute occasion, il ne réussira pas sans doute, constamment et à coup sûr, à détruire chaque fois les erreurs accidentelles; mais il faudrait, pour qu'il n'y réussît jamais, un guignon dont il n'existe aucun exemple dans l'histoire des sciences.

Dans ces conditions, le bon sens ne commande-t-il pas l'usage le plus fréquent des méthodes de la théorie des erreurs ? — Mais, dira-t-on, si les mécomptes auxquels M. Caspari fait allusion, se sont réellement rencontrés au bout de l'application de ces méthodes, la prudence n'exige-t-elle pas que l'on s'abstienne de courir le risque de les reproduire ?

De fait, des mécomptes, d'ailleurs peu nombreux, se sont rencontrés. M. Bertrand en rappelle deux dans la préface de son *Calcul des probabilités*. Voici le premier (p. XXXIX) :

« La masse de Jupiter, déduite par Newton de l'étude des satellites, corrigée peu à peu par les progrès des observateurs, calculée de nouveau par Bouvard à l'aide des perturbations de Saturne, semblait fixée à $\frac{1}{1070}$ de celle du Soleil. Les principes du calcul des chances permettaient de parier, suivant Laplace, 999 308 contre 1 que l'erreur n'est pas la centième partie de la valeur trouvée. Quelle ostentation de consciencieux savoir ! C'est 999 308 fr., ni plus ni moins, que l'on peut risquer contre 1 fr. On aurait eu tort de risquer dix sous ; on les aurait perdus ; les perturbations de Junon l'ont prouvé. »

Le second mécompte est décrit à la même place.

Encke, ayant appliqué en 1822 la théorie des erreurs au calcul de la parallaxe du Soleil, d'après les observations du passage de Vénus de 1761 et de 1769, trouva 8″,5776. D'après ses calculs, il y avait un à parier contre un que l'erreur ne surpassait pas 0″,0370. Il en résultait, d'après la théorie, qu'une erreur huit fois plus grande avait 1 million de chances contre elle et une seule en sa faveur.

Or, c'est cette correction huit fois plus forte qu'il fallut plus tard faire subir au résultat trouvé par Encke.

M. Faye, dans son *Cours d'astronomie*, cite les mêmes faits (p. 233) : « De la discussion des passages de Vénus sur le Soleil observés en 1761 et 1769, dit-il, M. Encke a déduit :

$$\text{Parallaxe du Soleil} = 8'',57116 \pm 0'',0370$$

» D'après cette petite erreur probable, il y aurait un contre un à parier que la vraie parallaxe est comprise entre 8",53 et 8",61.

» Or, nous savons aujourd'hui que la vraie parallaxe 8",813 tombe bien en dehors de ces limites. L'erreur, 0",24184, est égale à 6,362 fois l'erreur probable 0",037... Ainsi, à s'en tenir à l'erreur probable assignée par M. Encke à son résultat, il y aurait cent mille à parier contre un qu'il n'est pas en erreur de 0",24184, et pourtant telle est la correction que nous sommes obligés de lui faire subir.

» De même Newton avait déduit, des mesures exécutées par Pound sur les satellites de Jupiter, la masse de cette planète $= \frac{1}{1067}$. Plus tard, Bouvard la détermina par une tout autre voie, en construisant les Tables de Jupiter et de Saturne sur la théorie de Laplace. Il trouva $\frac{1}{1070}$. L'accord était remarquable. Laplace, appliquant ici le calcul des probabilités, trouva qu'il y avait un million à parier contre un que la valeur $\frac{1}{1070}$ n'était pas en erreur de $\frac{1}{100}$. Or, peu d'années après, les astronomes étaient obligés de l'augmenter du double de cette dernière quantité et de porter cette masse à $\frac{1}{1030}$. »

Les faits sont donc bien établis ; les écarts entre les chiffres des deux écrivains que nous venons de citer, n'y changent rien. « Certes, ajoute M. Faye, il y a eu déception pour les astronomes dans ces deux cas. » Personne n'en disconviendra, mais est-il légitime d'en accuser la théorie des erreurs ?

Lorsqu'elle affirme d'une erreur que son existence a une probabilité d'un millionième, elle la déclare improbable, mais non impossible. Si l'avenir prouve son existence, il y a lieu de s'en étonner ; on a tort de s'en prévaloir pour condamner la théorie qui ne prétend pas transformer la probabilité en certitude, ni ne promet le succès assuré à toutes les applications qu'on voudrait en faire.

Mais laissons ces circonstances atténuantes ; il y a plus et mieux à dire.

Nous avons montré précédemment que la théorie des erreurs ne garantit avec certitude qu'une seule chose : les résultats qu'elle fournit ne le cèdent pas en exactitude aux valeurs sur lesquelles elle opère. Elle ne peut donc conduire à des mécomptes avérés que si on l'a induite en erreur sur le degré de confiance que méritaient ces valeurs. Or, pour se prononcer sur ce point en connaissance de cause, il faut tenir compte des aptitudes et des dispositions des observateurs, des défauts des instruments, des causes perturbatrices provenant du milieu ambiant, du degré de développement et de rigueur des théories scientifiques dont on fait usage. La théorie des erreurs n'a rien à voir à tous ces considérants. Elle accepte de bonne foi les renseignements qu'on lui donne. Elle ne sait rien des illusions qui ont pu leur attribuer une valeur qu'ils n'ont pas. Si des déceptions s'ensuivent, ce n'est pas à elle qu'il faut s'en prendre. Lorsque le passif d'un banquier dépasse son actif, la banqueroute n'est pas imputable à la règle de la soustraction.

Or, c'est bien là ce qui est arrivé dans les deux cas dont on fait tant d'état. Nous en trouvons la preuve dans la suite du passage emprunté tantôt à M. Faye. « On a reconnu, poursuit le savant écrivain, que Pound avait négligé certaines corrections instrumentales ; que Bouvard, dans ses immenses calculs, n'avait pas tenu un compte absolument exact de toutes les inégalités du mouvement de Saturne ; enfin, que les observations des pas-

sages de Vénus sur le Soleil sont entachées d'erreurs systématiques fort singulières... »

C'est plus qu'il n'en faut pour innocenter la théorie des erreurs.

Gardons-nous donc de lui imputer des méfaits qu'elle n'a point commis ; ne l'accusons pas de nous avoir trompés quand, à des problèmes mal définis ou sur des données fausses, elle fournit des renseignements controuvés ; n'exigeons pas d'elle plus qu'elle ne nous promet, mais sachons reconnaître et mettre à profit les services très réels et incontestables qu'elle peut nous rendre.

E. Goedseels
Administrateur-Inspecteur
de l'Observatoire royal de Belgique.

LE

CENTENAIRE DE L'INSTITUTION ROYALE

DE LA

GRANDE-BRETAGNE

I

HISTORIQUE DE L'INSTITUTION ROYALE PENDANT LE SIÈCLE ÉCOULÉ

L'histoire succincte de l'Institution Royale de la Grande-Bretagne est, à vrai dire, une contribution à l'histoire de la science pendant un siècle (1799-1899) : en effet, les savants qui s'y sont successivement illustrés par leurs travaux ont pris une part mémorable aux progrès scientifiques réalisés aujourd'hui (1).

Vers la fin du siècle dernier, l'idée de fonder l'Institution qui, de nos jours encore, occupe le premier rang parmi les sociétés savantes, surgit dans l'esprit d'un homme connu sous le nom de Benjamin Thompson, appelé ordinairement comte de Rumford. Il naquit à Rumford, dans le New-Hampshire (États-Unis), le 26 mars 1753. Après la guerre de l'indépendance des États-Unis (1789), Rumford vint en Angleterre avec le grade de colonel et

(1) Le travail qu'on va lire a été rédigé en grande partie d'après les articles de mon savant collègue M. le Dr L. Bleekrode, insérés dans le Journal néerlandais De Natuur (nos d'août et de sept. 1899).

une réputation de bravoure et d'habileté à la guerre ; il fut appelé au service de l'électeur de Bavière, qui le nomma successivement son aide-de-camp, son chambellan, son ministre de la guerre et de la police, et le fit en outre comte de Rumford, en 1790. Le 1er janvier de cette année, il prit une mesure en apparence peu scientifique : il fit arrêter tous les mendiants de Munich et les fit travailler dans une maison d'industrie spéciale : non seulement il réussit au point de vue social, mais encore ses recherches relatives à l'établissement de sa maison d'industrie le conduisirent à ses plus belles découvertes sur la chaleur et la lumière.

Pour vêtir convenablement les pauvres artisans, il rechercha les corps qui conservent le plus longtemps une température supérieure à celle de l'air ambiant ; il trouva que le principal obstacle à la déperdition de la chaleur est l'air emprisonné dans les fibres des tissus. Pour économiser le combustible, il étudia le mode d'échauffement des liquides (mouvements de convection), la construction des cheminées et des fourneaux ; il utilisa la chaleur latente de l'eau produite dans un vase de petites dimensions et amenée dans un récipient par un tube en serpentin, instrument fréquemment employé de nos jours ; il chercha même à utiliser la chaleur de la fumée. On connaît également son calorimètre à eau, son photomètre ; c'est à cette époque qu'il conçut le principe fondamental de la théorie mécanique de la chaleur. Après la mort de son bienfaiteur, Rumford retourna en Angleterre, et s'appliqua à démontrer cette théorie par des faits ; c'est à ses recherches qu'il faut faire remonter une expérience bien connue et rendue pratique par Tyndall, savoir l'ébullition de l'eau par l'action du frottement.

D'après les vues du comte de Rumford, l'association qu'il voulait fonder devait avoir pour but principal la diffusion des connaissances usuelles appartenant au double domaine de la physique et de la mécanique, au moyen de

lectures et de démonstrations faites devant les diverses classes de la bourgeoisie et surtout devant les classes les moins privilégiées de la société. En définitive, le désir du fondateur était de former une réunion technique de savants et de praticiens.

Cette idée trouva de l'appui chez quelques personnes d'une haute position, parmi lesquelles il faut citer Sir Joseph Banks, le président de la Société Royale de Londres. Grâce à leur influence personnelle et à leurs contributions pécuniaires, la Société fut réellement fondée, et la première réunion eut lieu le 5 juin 1799. L'Institution comptait une cinquantaine de membres, qui donnèrent chacun 50 guinées ; elle fut constituée sous le nom de *Royal Institution for the promotion, diffusion and extension of Science and useful Knowledge.*

Le nom n'a pas changé jusqu'à nos jours ; mais alors le but poursuivi n'était pas le même qu'aujourd'hui. Rumford désirait avant tout améliorer l'état des classes pauvres, et parer le mieux possible à leurs besoins ; à cet effet, il voulait réunir spécialement des objets et des modèles d'une utilité pratique ; on acquit donc plusieurs maisons dans la rue Albemarle, Piccadilly ; on y construisit un laboratoire et un amphithéâtre, on fit des conférences sur l'ébullition, le chauffage des habitations, la construction des foyers, la conservation de la glace en été et sa préparation artificielle, le tannage, etc. ; on se procura une collection d'instruments, surtout de poêles, d'appareils de cuisine et de lavage, de rouets, d'outils aratoires. Sans aucun doute, l'idée de donner des éclaircissements scientifiques sur les différents métiers était fort heureuse, mais Rumford ne fut pas compris par ses contemporains. A notre époque, tout le monde sait qu'une entreprise commerciale ou une branche industrielle quelconque doit être fondée sur des connaissances scientifiques ; celles-ci pénètrent actuellement dans la maison comme dans l'atelier, et même dans la cuisine. Mais, au siècle dernier, on était

loin d'être convaincu de cette vérité, et peut-être le plan de Rumford n'était-il pas exécuté de la manière la plus efficace. Quoi qu'il en soit, on vit diminuer peu à peu l'intérêt qui, même dans les rangs les plus élevés de la société, s'était attaché à la récente Institution. Le Comité de direction s'efforça alors de la maintenir, en invitant le public à des leçons de physique et de chimie ; en 1800, l'Institution avait obtenu une charte royale, confirmée plus tard par un acte du Parlement ; le Roi lui-même avait accepté le Protectorat.

La première année, la direction confia l'enseignement de la physique au Dr Garnett, en l'autorisant à faire des recherches personnelles dans la mesure des ressources, alors peu considérables, de l'Établissement. En 1801, il eut pour successeur l'éminent physicien Thomas Young, bien connu par ses belles recherches sur la cohésion des liquides et sur l'optique physique. En même temps, Humphry Davy, ancien élève-pharmacien à Penzance, puis attaché à l'*Établissement pneumatique* du Dr Beddoes à Bristol, fut proposé pour donner des conférences de chimie.

Détail assez curieux, Rumford hésita d'abord à laisser Davy se présenter devant le grand amphithéâtre qui venait d'être construit ; avant d'y être admis, l'ex-élève en pharmacie eut à subir devant le directeur un examen de capacité dans le petit salon de réunion ; mais l'épreuve ne fut pas longue ; la haute valeur du jeune chimiste (il n'avait que 23 ans) fut constatée avec éclat ; peut-être même l'Institution Royale n'eût-elle plus subsisté longtemps, sans la parole autorisée de Davy qui sut attirer dans les locaux de la rue Albemarle de nombreux auditeurs avides d'assister à de belles expériences clairement expliquées.

En réalité, pour l'exécution des plans du fondateur, on avait trop présumé de la portée financière de la Société, d'autant plus que l'État n'accordait aucune subvention ;

aussi, la non-exécution de ses projets découragea Rumford, qui s'en désintéressa et quitta l'Angleterre pour aller se fixer en France.

Les revenus de l'Institution avaient sérieusement baissé: de 6000 livres en 1799, de 11 000 en 1800, ils tombèrent à 3400 en 1801 et à 3000 en 1802. C'est alors que la Direction comprit qu'il fallait absolument sauver la Société de sa ruine prochaine ; ces efforts ont pleinement abouti, grâce à deux conditions qui ont été bien dignement remplies : en premier lieu, il fallait composer le Comité directeur d'hommes d'un esprit très distingué et d'une grande largeur de vues ; en second lieu, choisir comme professeurs des savants très capables. C'est par ce double moyen que l'Institution a montré une vitalité merveilleuse ; car non seulement elle a acquis une grande célébrité, mais en outre, ce qui est plus méritoire encore, elle a fait croître sa réputation de plus en plus pendant un siècle. Son grand titre de gloire, c'est que dans le laboratoire d'Albemarle, six savants des plus éminents de notre époque ont su reculer les bornes de la science, et que ce même local a été le berceau de bien des applications industrielles des plus importantes.

En 1802, on résolut de ne plus traiter des sujets pratiques à l'usage des prolétaires, et de remplacer la cuisine et l'atelier par une salle d'étude et un laboratoire ; en même temps, on fit des conférences pour les classes les plus élevées de Londres ; en leur inspirant du goût pour la science pure, on s'attendait à recueillir en même temps leur appui financier dont on avait si grandement besoin. Ce ne fut pas sans de vifs regrets que plusieurs membres de la Direction renoncèrent au plan primitif de Rumford ; mais il devint bientôt évident qu'en changeant de système, on ne s'était nullement trompé.

Par son talent comme orateur et ses éminentes qualités comme expérimentateur, Davy remportait beaucoup de succès auprès d'un cercle considérable d'auditeurs appar-

tenant aux rangs les plus distingués, et attirés par des expériences et des découvertes aussi neuves qu'importantes. Faut-il citer la lampe des mineurs, l'arc électrique, la découverte des alcalis ? L'amphithéâtre regorgeait de monde, et le nombre des membres ne faisait qu'augmenter.

Hélas ! en 1808, Davy fut obligé de cesser son enseignement pour cause de maladie ; comme conséquence bien triste, les recettes tombèrent de 8000 livres à 1800. Mais un événement très heureux devait sauver de nouveau l'Institution, et faire présager pour elle une longue période de succès et de gloire !

Et quel était donc cet heureux événement ? C'est la connaissance fortuite que fit Davy d'un jeune ouvrier relieur, Michel Faraday, fils d'un forgeron-serrurier. Dès l'âge de 14 ans, Michel contracta un engagement de sept ans comme apprenti-relieur. Les livres qui passaient par ses mains éveillaient en lui un grand désir de s'instruire ; mais ce qui attirait le plus son attention, c'étaient les ouvrages concernant l'électricité et la chimie. Chaque fois qu'il avait épargné quelques sous, ce qui n'arrivait pas souvent, tantôt il les consacrait à l'achat des matériaux nécessaires pour répéter les expériences suggérées par ses lectures, tantôt il les utilisait pour assister à des leçons données par un certain professeur, M. Tatum, à un shilling par personne et par séance. Il fabriqua une machine électrique avec une bouteille, une pile voltaïque avec des morceaux de zinc et des demi-sous, et il fit la description de ses expériences et de celles de Tatum dans un livre dédié à son maître.

Un jour, le jeune Faraday, placé derrière le comptoir de son patron, lisait un livre traitant de l'électricité, quand entra un client qui demanda au jeune homme s'il comprenait ce qu'il lisait ; la réponse frappa vivement le client, qui n'était autre qu'un membre de l'Institution Royale, M. Dance ; celui-ci lui offrit de le conduire aux leçons de Sir Humphry Davy, qui donnait précisément

une série de conférences sur l'électricité. Faraday assista aux quatre dernières séances relatives à ce sujet, et devint de plus en plus anxieux de pouvoir quitter l'atelier pour entrer au service de la science.

Devenu relieur à la journée, il voulut absolument échapper à son état, et prit une résolution bien hardie : il écrivit à Sir H. Davy pour solliciter la protection de l'éminent professeur, s'il se présentait une occasion favorable ; il joignit à sa lettre les notes qu'il avait prises aux quatre conférences.

Davy fit très bon accueil à cette demande ; aussi lorsque, peu de temps après, le poste d'assistant fut devenu vacant, le jeune Faraday put entrer à l'Institution Royale aux appointements de 125 francs par mois, et avec le droit d'occupation de deux chambres à l'étage supérieur de la maison.

On devine l'ardeur que mit le jeune homme dans l'accomplissement de ses fonctions ; il put juger les méthodes des divers conférenciers, la manière de développer leurs sujets, et leur adresse dans les manipulations ; mais surtout comme assistant de Davy, réputé alors l'un des premiers chimistes de l'Europe, il eut l'occasion de l'aider dans ses recherches, d'étudier ses différentes façons d'interroger la nature et d'écrire sous sa dictée des mémoires qui changèrent la face de la chimie.

Un an après sa nouvelle installation, il accompagna Davy pendant son long voyage à travers l'Europe, ce qui lui permit de faire la connaissance de nombreux savants illustres, tels que Ampère, Humboldt, Gay-Lussac, Arago, Delarive. A cette époque, l'éminent chimiste anglais était parvenu au point culminant de sa réputation : il avait été anobli, et avait contracté un brillant mariage. Grâce à ces circonstances, jointes à d'autres purement fortuites, Davy maintenait une distance trop marquée entre lui et son assistant, qu'il faisait passer presque pour un domestique, au lieu de le traiter comme un homme ayant déjà fourni

des preuves d'une grande aptitude scientifique. C'est ce qui dura jusqu'en 1815; Faraday fit connaître alors son désir de ne pas prendre part plus longtemps aux voyages de son maître, et de retourner dans son cher laboratoire de l'Institution Royale; au surplus, celle-ci se trouvait de nouveau dans une situation assez précaire.

Il s'appliqua, dès lors, avec ardeur à la carrière de l'enseignement; il donna un cours de chimie dans une société particulière, et suivit l'exemple de son illustre maître Davy, qui répétait avec soin chacune de ses conférences ; Faraday prit même des leçons d'élocution et engagea ses amis à critiquer éventuellement son style. Un jour, le professeur Brande fut empêché de faire sa conférence à l'Institution Royale; à la grande surprise des auditeurs, l'assistant Faraday prit la place du professeur et donna une brillante et lumineuse leçon. En 1816, il devint surintendant de l'Institution, au traitement de 2500 francs; il fut nommé directeur en 1825.

Il déploya les plus grands efforts pour donner à l'Établissement un cachet vraiment scientifique. Il organisa un certain nombre de soirées où étaient présentés de nouveaux appareils et des démonstrations remarquables; il institua ensuite les conférences du vendredi, bientôt si renommées et destinées à l'exposé des derniers progrès de la science; enfin, il fit donner ou donna lui-même vers la Noël des *juvenile lectures*, c'est-à-dire six causeries pour les enfants des membres, mais très attachantes aussi pour toutes les personnes qui aimaient les belles démonstrations expérimentales. Enfin il y eut encore, sur l'un ou l'autre sujet déterminé, des conférences faites par des hommes reconnus pour leurs connaissances spéciales.

Comme son illustre bienfaiteur Humphry Davy, qui mourut en 1829, Faraday eut l'insigne honneur d'arracher l'Institution Royale à son déclin, et même d'en faire grandir partout le renom par son dévouement à la science et par ses belles découvertes, telles que de nouvelles combi-

naisons organiques, la liquéfaction des gaz, le diamagnétisme, les phénomènes d'induction électrique, l'électrolyse et l'action du magnétisme sur la lumière.

En 1831, se leva l'aurore d'une ère plus propice pour les finances de l'Institution : un véritable Mécène, John Fuller, membre quelque peu excentrique du Parlement, légua un capital de 250 000 francs pour le traitement de deux professeurs, l'un de physique, l'autre de chimie, et désignés d'après le nom du donateur. On raconte à ce propos que c'était un véritable don de reconnaissance, parce que John Fuller, qui souffrait beaucoup d'insomnie, avait trouvé de bonnes heures de repos pendant les conférences de l'Institution, en écoutant, jusqu'à s'assoupir, des considérations parfois trop profondes pour lui. C'est ainsi que Faraday fut nommé « Fullerian professor » pour la chimie; il a conservé ce titre jusqu'à sa mort, en 1867.

Comme orateur scientifique, il était sans rival ; en outre, des découvertes d'une importance capitale, des vues d'une clarté sans égale sur la portée des phénomènes nouvellement constatés, et l'énoncé exact des lois qui les régissent ont élevé Faraday au premier rang parmi les physiciens du XIXe siècle. Ce qui est bien remarquable, c'est que, dans l'appréciation des expériences et de leurs résultats, il n'a pas été guidé par l'analyse mathématique; tout était emprunté à l'observation, et ses déductions étaient tellement précises que, même de nos jours, elles ont servi de point de départ à des théories nouvelles.

Les distinctions honorifiques lui ont été décernées à profusion ; mais, au lieu de les rechercher, il tâchait de les éviter ; c'est ainsi qu'il a refusé la présidence de l'Institution Royale qu'il avait servie avec tant d'éclat pendant un demi-siècle; et de même celle de la Société Royale de Londres, qui constitue certes le plus grand honneur qui puisse échoir à un homme de science. Il ne voulut pas davantage recevoir un titre de noblesse, privilège souvent conféré à des savants de premier ordre.

[illegible] 1858 [illegible] prière de son mari [illegible] estime pour Far[illegible] une demeure [illegible] dernières années de sa vie [illegible] 7[illegible] ans, il se démit [illegible] dernière conférence [illegible] Siemens. Il s'éteignit [illegible] furent très simples [illegible] Michel Faraday [illegible] dans les annales de la [illegible] mémoire de ses aud[illegible] au banquet d'inau[illegible] Royale en présence de [illegible] des augustes prote[illegible] déclara qu'après [illegible] vers la Noël, son [illegible] envoyés par leur [illegible] conférences de [illegible] ajouta le prince [illegible] parmi nous, l'étonnant [illegible] à ses jeunes aud[illegible] et la façon pri[illegible] expériences de chimie sur des [illegible]

[illegible] pour successeur son ami John [illegible] poursuivait l'Institution [illegible] car, comme [illegible] conférencier, Tyndall [illegible] prédécesseur. Il posse[illegible] d'expliquer dans [illegible] les plus compliqués, et [illegible] chez ses auditeurs un très vif intérêt, par[illegible] de l'enthousiasme pour les faits qui venaient [illegible] exposés. L'amphithéâtre regorgeait toujours de monde pour l'entendre; c'est que l'éminent vulgarisateur ne se distinguait pas seulement par la remarquable sim-

plicité de ses expériences et par l'attachante démonstration de phénomènes connus, mais qu'en outre il s'imposait parfois des opérations grandioses pour captiver fortement l'attention. Aussi jouissent-elles d'une réputation universelle, ses conférences sur le son, sur la glace et les glaciers, sur le rayonnement et l'absorption de la chaleur, sur la calorescence.

Mais que dire de son livre intitulé : *La chaleur considérée comme un mode de mouvement*, chef-d'œuvre de haute vulgarisation, réédité plusieurs fois, traduit dans la plupart des langues connues et où se trouvent décrites tant d'expériences devenues classiques ? Assurément, c'est ce livre qui a répandu partout les notions les plus claires et les plus exactes sur la théorie mécanique de la chaleur.

Faut-il s'étonner que sa renommée se soit répandue jusqu'en Amérique, et que Tyndall ait été invité à donner une série de conférences dans les principales villes des États-Unis, à New-York, à Boston, à Philadelphie, à Baltimore, à Washington ? Comme sujet, l'habile physicien n'hésita pas à choisir les parties les plus difficiles de la théorie de la lumière, telles que les interférences, la double réfraction, etc. ; partout il n'en remporta pas moins un accueil presque triomphal. Comme souvenir durable de son activité scientifique aux États-Unis, Tyndall remit plus de cent cinquante mille francs à un comité de savants, à la condition de faire servir les intérêts de cette somme à encourager chez de jeunes travailleurs le goût des recherches expérimentales.

Il passa ses vacances au pied de la chute du Niagara, et, à son retour à Londres, il fit de cette excursion le sujet d'une de ses belles conférences du vendredi à l'Institution Royale. En 1873, il publia ses dernières conférences dans un livre intitulé : *La lumière, six leçons faites en Amérique pendant l'hiver de 1872-1873* ; on y retrouve les brillantes qualités qui caractérisent Tyndall comme savant et comme expérimentateur.

Malgré le défaut d'installations spéciales dans le laboratoire de l'Institution Royale, Tyndall n'y a pas moins exécuté des travaux pleins de mérite ; il y a étudié les propriétés des flammes sensibles, l'absorption de la chaleur par les gaz et les vapeurs, l'action des poussières et des germes de l'air sur les plaies ; ces dernières études étaient éminemment propres à confirmer les conséquences si bien justifiées que Lister indiquait relativement à la chirurgie antiseptique.

Tyndall était tellement pénétré de respect pour toutes les recherches effectuées par ses deux grands devanciers Davy et Faraday dans leur modeste laboratoire, qu'au moment où les directeurs étaient disposés à réorganiser celui-ci, il les a presque suppliés de ne pas démolir l'ancien local, en raison des souvenirs qui y étaient attachés ; il n'a cédé qu'après avoir reconnu lui-même la nécessité des améliorations proposées. Au surplus, les beaux résultats obtenus dans le vieux local, jadis mal ventilé et mal éclairé, de la rue Albemarle rappellent, entre autres, les expériences magnifiques réalisées avec des ressources des plus modestes par Bunsen et Kirchhoff, en Allemagne, et par Joseph Plateau, en Belgique.

Tyndall prit sa retraite en 1887 ; pour reconnaître ses longs et brillants services, l'Institution Royale lui conféra, comme autrefois à Davy, le titre de professeur honoraire ; elle fit placer son portrait-médaillon dans une de ses galeries, et donna son nom à l'une des séries de ses conférences.

Il eut pour successeur Lord Rayleigh, homme d'une position sociale très élevée, mais qui ne se distingue pas moins pour cela par son amour ardent de la science et par ses connaissances étendues tant en physique mathématique qu'en physique expérimentale ; il passe à juste titre pour un des meilleurs expérimentateurs de notre époque ; il s'est acquis une réputation universelle, entre

autres par sa découverte de l'argon dans l'air atmosphérique.

Dès 1877, la chaire fullérienne pour la chimie avait été conférée à James Dewar, qui s'est illustré, comme on le sait, par ses belles recherches sur la liquéfaction et la solidification de l'air, et par l'étude des propriétés moléculaires des corps à des températures voisines du zéro absolu. A la date où l'Institution Royale devait fêter son centenaire, Dewar a su dignement maintenir de glorieuses traditions dans les locaux mêmes où la science a remporté tant de triomphes ; il y a préparé l'hydrogène liquide en quantités vraiment étonnantes, et en a étudié les propriétés avec un soin et une précision admirables.

Nous venons de rappeler brièvement les travaux des chercheurs les plus éminents qui ont travaillé dans le laboratoire de l'Institution Royale ; nous pouvons encore citer des noms très honorablement connus, tels que ceux de Grove (l'inventeur d'un élément galvanique), d'Odling, de Frankland (qui a découvert les radicaux métallo-organiques), de Gladstone et de Ray Lankester (qui occupe actuellement la chaire fullérienne pour la physiologie). En outre, d'après un usage bien louable, quand l'un ou l'autre savant, ou ingénieur, ou même chercheur sans diplôme ni titre, est l'auteur d'un travail scientifique remarquable ou l'inventeur d'un procédé très important en pratique, on l'invite parfois à donner à ce sujet une conférence du vendredi soir dans le premier semestre de l'année. Voilà comment sont traitées des matières très diverses, soit sur l'électricité, la minéralogie ou la géologie, soit sur l'art de l'ingénieur, la physiologie, etc. Il n'y a point d'honoraires attachés à ces séances ; mais on alloue un subside pour couvrir les frais des expériences ; car si l'on accepte une pareille tâche, c'est à la condition expresse d'éclaircir tout, autant que possible, par des diagrammes, des modèles, des tableaux, des projections, etc.

Les frais de ce genre ont été parfois très considérables : c'est ainsi qu'à Warren de la Rue il a fallu plus d'une année de préparation, jointe à la dépense de plusieurs milliers de francs, pour faire comprendre à l'auditoire les résultats d'un Mémoire présenté à la Société Royale de Londres. On comprend que c'est un grand honneur d'être invité à prendre la parole à la place même où a brillé tant de fois l'illustre Faraday ; au jour et à l'heure fixés, on ne manque pas d'être entouré d'une assistance où sont représentées les classes les plus élevées de la société, et où l'on compte les personnalités les plus marquantes dans les sciences et dans les arts ; c'est ainsi qu'on peut entendre exposer les découvertes de la bouche même de ceux qui les ont faites. Une tradition constante permet d'affirmer que nulle part des conférences destinées au public en général n'ont été maintenues à un niveau scientifique aussi élevé, ni honorées d'un aussi grand et légitime renom.

Si, dans ces derniers temps, l'Institution Royale a pu compter sur des savants capables de soutenir dignement sa gloire, elle n'a pas manqué non plus de généreux donateurs qui ont singulièrement facilité sa noble tâche. Outre le legs Fuller déjà signalé plus haut, nous pouvons citer encore le don d'un capital de cinq cent mille francs, dû à un Américain nommé Hodgkins : ce don est destiné à récompenser l'auteur du meilleur travail concernant les « rapports entre l'homme et son Créateur ». De temps en temps, les membres eux-mêmes offrent des contributions extraordinaires ; en 1863, ces dernières s'élevaient à deux cent cinquante mille francs. Souvent aussi les professeurs de l'Établissement ont fait des dons considérables ; par exemple, Tyndall a donné par testament plus de vingt-cinq mille francs, et le professeur Dewar a fait plusieurs dons dont le total atteint une somme pareille.

En 1870, un ancien marchand de jouets, nommé Davis, qui était trop sourd pour rien comprendre aux confé-

rences, a néanmoins fait un don de cinquante mille francs ; on en a profité pour mettre les laboratoires mieux en rapport avec les exigences des recherches modernes.

Nous nous plaisons particulièrement à mentionner la munificence d'un des membres les plus connus, le Dr Ludwig Mond ; il y a trois ans, il a payé une contribution volontaire permettant l'acquisition d'une maison voisine du bâtiment de l'Institution ; on a pu joindre ainsi deux pièces à la Bibliothèque déjà existante et contenant soixante mille volumes ; on peut y consulter non seulement des ouvrages scientifiques, mais encore bon nombre de journaux et d'écrits périodiques touchant l'histoire contemporaine ; les membres y trouvent ainsi un lieu de réunion des plus agréables. Le dernier don a servi, en outre, à la fondation du Laboratoire Davy-Faraday qui touche au bâtiment principal ; il est pourvu d'un grand nombre d'appareils et d'un crédit spécial destiné à permettre l'étude de l'une ou de l'autre question scientifique à un chercheur capable, mais privé de ressources personnelles. L'accès du laboratoire et l'emploi d'une partie du crédit sont offerts à toutes les personnes en état de prouver leur aptitude scientifique, soit par des diplômes ou autrement ; un privilège aussi précieux, accordé aux jeunes travailleurs avec une générosité sans égale, ne constitue-t-il pas un des plus beaux fleurons de la couronne scientifique de l'Institution Royale ?

Nous venons d'exposer comment, après avoir surmonté bien des difficultés, l'Institution Royale a pu atteindre avec le plus grand honneur la date de son centenaire ; tant d'efforts, tant de sacrifices récompensés par les succès les plus éclatants, méritaient sans doute d'être fêtés dignement ; les solennités préparées dans ce but ont eu lieu les 5, 6 et 7 juin 1899. En même temps, on avait organisé une sorte d'exposition historique où se trouvaient rassemblés dans les locaux de la Bibliothèque,

les appareils, les lettres, les notes, etc., provenant des savants qui y avaient exécuté leurs travaux. C'était assurément une collection fort intéressante, car elle permettait, dans un espace relativement bien restreint, de juger des moyens employés et des progrès réalisés dans les recherches physiques et chimiques depuis le commencement du siècle jusqu'à nos jours.

Le fondateur, le comte de Rumford, y était représenté, conformément au but qu'il avait assigné à l'Association, par des modèles de poêles, de fourneaux, de cheminées, etc. On remarquait ensuite le portrait du premier professeur de l'Institution Royale, le Dr Garnett ; il n'y avait rien d'important en ce qui concerne le Dr Young, qui avait professé de 1801 à 1803. En revanche, on pouvait admirer la grande batterie galvanique, offerte à Davy par une souscription des membres, et assez puissante pour avoir provoqué le développement de l'arc électrique et la découverte du potassium et du sodium ; ce sont ces deux faits qui, on se le rappelle, ont inauguré dignement la gloire de l'Institution Royale. Dans le journal des opérations de Davy, on trouvait, non sans quelque émotion, à la date du 19 octobre 1806, ces mots bien simples, mais d'une importance extraordinaire : *A capital experiment proving the decomposition of potash.*

On voyait ensuite une série de lampes de sûreté, depuis le premier modèle imaginé par Davy jusqu'à la forme la plus pratique ; les médailles offertes à l'illustre chimiste par différentes sociétés savantes ; la médaille offerte en 1807 par Napoléon Ier à Davy, pour ses expériences sur *le fluide galvanique ;* la réception de cette médaille a donné lieu à une véritable tempête de récriminations, parce que, à cette époque, l'Angleterre était en guerre avec la France. — La balance de Cavendish, en apparence très grossière, était pourtant toujours employée par Davy à cause de sa précision.

On admirait un peu plus loin les appareils de Faraday,

qui constituaient la partie la plus riche de l'exposition : l'appareil électro-magnétique original au moyen duquel fut réalisée pour la première fois l'étincelle électrique par voie purement mécanique ; l'électro-aimant, de dimensions extraordinaires, entre les pôles duquel tournait un disque en cuivre ; les premiers modèles de galvanomètres et de machines à induction électrique, une curieuse collection de petites boules en verre, remplies de différents gaz et ayant servi à des recherches sur le diamagnétisme ; une série de tubes recourbés, dits *tubes* de Faraday, ayant servi à la liquéfaction des gaz par l'effet de leur propre pression, et dont quelques-uns contenaient encore quelques gouttes ; le morceau de verre de grande densité, qui a été employé pour montrer pour la première fois la rotation électro-magnétique du plan de polarisation de la lumière. — Mais ce qui, plus encore peut-être qu'un appareil historique, causait une forte impression chez le spectateur, c'était la vue d'un manuscrit contenant des notes sur les leçons de Davy et élégamment relié par Faraday au temps où il était apprenti-relieur.

Les recherches de Tyndall étaient représentées par de grands cylindres en cuivre qui lui avaient servi dans ses recherches sur la chaleur rayonnante, et par une série de cornues partiellement remplies de substances organiques ; ces cornues avaient été utilisées dans ses recherches sur l'influence des poussières de l'air.

Apparaissaient ensuite quelques appareils de mesures galvaniques offerts par Warren de la Rue, connu entre autres par sa batterie gigantesque de 1876-1877, rassemblée à ses frais personnels et comptant, en définitive, onze mille éléments (chlorure d'argent, zinc et argent).

Mais ce qui, après tous ces appareils plus ou moins antiques, produisait un effet saisissant, c'était une admirable collection d'instruments de construction plus récente et relatifs soit à des phénomènes de haute optique, soit à des décharges électriques dans des espaces à air raréfié ;

cette collection très riche n'aurait certes pas déparé les cabinets de physique les plus considérables des grandes Universités. Elle avait été offerte comme souvenir, à l'occasion du jubilé, par la famille de William Spottiswoode. Celui-ci appartenait à cette classe d'hommes qui, sans être revêtus de fonctions professorales, ne se distinguent pas moins par leur goût pour la science ; comme homme d'affaires, il était attaché à une importante firme d'imprimeur, et disposait d'une très grande fortune ; il était ainsi à même de se procurer des appareils splendides et de se livrer à des recherches scientifiques très coûteuses. Il mourut en 1882, comme président de la Société Royale de Londres, et fut enterré dans l'abbaye de Westminster ; c'est assez dire de quelle haute estime il jouissait parmi ses contemporains. Pendant une période de douze ans (1871-1882), il a donné mainte conférence du vendredi soir aux membres de l'Institution Royale ; presque toujours, il traitait des sujets relatifs à la polarisation de la lumière ou à des phénomènes de décharges électriques ; c'est dans ce but qu'il avait fait construire une énorme bobine d'induction qui avait 95 centimètres de longueur et 50 d'épaisseur ; le dernier tour du fil conducteur avait une longueur de $1^{m}.70$: la batterie comprenait 70 éléments de Grove ; l'étincelle produite avait plus d'un mètre de longueur. Cet appareil vraiment gigantesque appartient maintenant aussi à l'Établissement.

Quant à l'ensemble des instruments qui ont servi aux recherches de Lord Rayleigh et de Dewar, ils se trouvaient dans des laboratoires spéciaux.

On le voit, l'exposition des appareils que nous venons de passer en revue, permettait de juger des progrès étonnants des sciences physiques et chimiques depuis le commencement du siècle jusqu'à sa fin ; il suffisait, en effet, de comparer les modestes appareils de chauffage du comte de Rumford aux belles installations grâce auxquelles l'éminent professeur Dewar est parvenu à produire des

litres d'hydrogène liquide. Pourrait-on imaginer à plaisir un contraste plus frappant ? Chose bien curieuse, tandis que le commencement de ce siècle a vu éclore une série de moyens propres à la conservation et au développement de la chaleur, à l'approche du xxe siècle, on a fait les plus grands efforts, inventé les procédés les plus ingénieux pour refroidir les corps de plus en plus, jusqu'à réaliser l'hydrogène liquide, c'est-à-dire un corps dont la température est tellement basse, qu'en comparaison celle des régions arctiques paraîtrait plusieurs fois tropicale.

Arrêtons ici l'historique succinct de l'Institution Royale de la Grande-Bretagne pendant le siècle écoulé depuis sa fondation ; nous passons actuellement à la seconde partie de notre travail, où nous tâcherons de donner une idée des fêtes et surtout des deux conférences dites « de commémoration ».

II

CONFÉRENCES « DE COMMÉMORATION »

Nous n'insisterons pas ici sur les réjouissances proprement dites, telles que réceptions et banquets, organisées à l'occasion du jubilé. Citons toutefois le grand banquet présidé par le vice-protecteur de l'Institution Royale, le prince de Galles, et où étaient invités plus de vingt savants étrangers venus des différents pays de l'Europe et de l'Amérique. Il y avait un charme particulier à pouvoir s'entretenir avec des collègues qu'on n'avait pas revus depuis longtemps, ou que l'on connaissait d'ancienne date par l'importance de leurs travaux ; on éprouvait aussi une très vive satisfaction à faire la connaissance de plusieurs illustrations de différentes nationalités.

Une surprise fort agréable attendait les invités à une « garden-party » offerte par un des principaux membres

de l'Institution, le Dr L. Mond, à sa belle résidence au « Regent's Park » ; c'était le don d'un petit modèle en cuivre doré de la lampe de sûreté de Davy, dans le verre de laquelle se trouvait une magnifique rose ; cet élégant souvenir fut attaché à la boutonnière de chacun des invités, même des plus graves, tels que Sir George Stokes et Frankland.

Mais en dehors de ces réjouissances, la science fut loin d'être négligée ; car les directeurs de l'Institution avaient pris à cœur de faire donner deux conférences dites « de commémoration » respectivement par Lord Rayleigh et Dewar ; inutile d'ajouter que ces éminents professeurs ont rempli leur tâche avec le plus grand succès. Nous allons nous efforcer de rendre fidèlement compte de ces deux séances.

Conférence de Lord Rayleigh

Elle eut lieu le 6 juin, de 3 à 4 heures après midi, dans le grand amphithéâtre de l'Institution Royale, sous la présidence du prince de Galles, et en présence de nombre de dames et d'auditeurs du plus haut rang.

L'orateur commença par déclarer qu'il devait forcément se borner, « car, dit-il, un aperçu même très succinct de tous les travaux exécutés dans les laboratoires de l'Institution exigerait plusieurs séances. C'est pourquoi je ne parlerai que des travaux de la première période, et notamment de ceux de Thomas Young, qui occupe une place des plus distinguées parmi les physiciens ; comme cela arrive assez souvent dans l'histoire de la science, son talent est plus apprécié actuellement qu'à l'époque même de ses recherches. »

Thomas Young était l'un des premiers professeurs de l'Institution Royale (de 1801 à 1803) ; son nom était peu connu en dehors des cercles scientifiques ; mais, s'il avait vécu plus longtemps (il est mort en 1829, à l'âge de

56 ans), il se serait élevé plus haut peut-être que ses successeurs.

Un de ses premiers ouvrages ayant pour titre : *Syllabus of Lectures at the Royal Institution, 1801*, renferme en substance les sujets qu'il a traités dans ses conférences; les idées qu'il a émises relativement à la mécanique et à la théorie des couleurs, ont, même encore aujourd'hui, une grande importance. On y trouve aussi des solutions assez précises, relativement à l'équilibre d'une boule supportée par un courant gazeux, et à la relation entre les phases de la lune et les marées.

Quant à la cohésion des liquides, Young déclare qu'elle est beaucoup plus grande qu'on ne l'admet généralement, et constate même que dans un tube barométrique suffisamment long, le mercure peut se soutenir à une hauteur de beaucoup supérieure à celle qui correspond à la pression normale de l'atmosphère. L'orateur aurait pu ajouter qu'en comparant la couche superficielle d'un liquide à une membrane tendue, Young était parvenu aisément à expliquer les principaux phénomènes capillaires, et qu'il avait même trouvé la formule générale de la pression capillaire, formule qu'on a attribuée plus tard à Laplace. Le physicien anglais s'est aussi livré à un calcul approché des dimensions moléculaires des corps, calcul dont les résultats ne diffèrent pas beaucoup des valeurs connues de nos jours.

En ce qui concerne la chaleur, Young ne croyait pas, comme on le faisait alors communément, que la chaleur est de nature matérielle ; il exprimait déjà l'espoir qu'un jour les chercheurs attribueraient les phénomènes calorifiques à des modes de mouvement.

Mais c'est surtout dans le domaine de l'optique que Young s'est acquis une haute réputation : c'est lui, en effet, qui, avec Fresnel, a su apporter de belles preuves en faveur de la théorie des ondulations de Huygens. Il a étudié aussi le pouvoir d'accommodation de l'œil : il a

montre, entre autres, que, si l'on plongeait l'œil complètement sous l'eau, la variation de forme extérieure du globe n'exerçait pas d'influence sur le pouvoir en question; d'où il était facile de conclure qu'elle correspondait à un changement de courbure du cristallin. — Il s'est occupé aussi du mélange des couleurs et des anneaux de Newton; à ce propos, l'orateur a projeté quelques beaux phénomènes sur l'écran.

On le voit, Young était un homme à connaissances très variées : par exemple, il a montré le premier le moyen de déchiffrer les hiéroglyphes des Égyptiens.

« On pourrait croire, ajouta Lord Rayleigh, que Young connaissait à fond toute la physique : mais, comme homme, il était sujet à l'erreur : en effet, dans l'un de ses ouvrages, il avance qu'il n'y a aucune raison pour admettre un rapport immédiat entre l'électricité et le magnétisme. » Cette phrase ne pouvait manquer de faire sourire l'auditoire, qui venait de constater les grands services d'une lampe électrique, dont l'éclat était maintenu par une puissante dynamo.

Après avoir parlé de l'œuvre de Thomas Young, Lord Rayleigh rappela d'autres résultats intéressants obtenus dans l'ancien laboratoire de l'Institution ; il cita, notamment, les premières épreuves photographiques de Wedgwood et Davy, ainsi que les premières photographies instantanées d'objets en mouvement de rotation rapide, dues à Fox Talbot, photographies auxquelles se rattachent des travaux de Mach, de Boys, de Worthington et du conférencier lui-même : plus d'une fois, les spectateurs furent ravis par de magnifiques projections de ce genre. Par exemple, on put voir la trajectoire d'une balle traversant l'air avec une vitesse de 600 mètres ; la photographie était tellement nette qu'on distinguait parfaitement les limites des ondes aériennes, ainsi que leurs différences d'aspect en avant et en arrière du projectile. Très frappant aussi était l'effet d'une balle tombant d'une hauteur

Et tout d'abord, nous avons pu constater que l'opérateur manipulait vraiment avec facilité l'hydrogène liquide, qui est pourtant le plus subtil et le plus froid de tous les liquides connus jusqu'à présent ; c'est ce qui nous paraîtra moins surprenant, si nous nous rappelons que la cohésion d'un liquide quelconque est bien plus grande à l'intérieur de la masse que dans la couche superficielle ; aussi, lorsque l'image de l'appareil fut projetée sur l'écran, nous pouvions distinguer pour la première fois le niveau très mobile du nouveau liquide dont la température était à peu près de — 252° C.; au contraire, le niveau de l'air liquéfié (à — 200° C) paraissait relativement stable.

Malgré la température si basse des deux liquides, l'hydrogène s'évaporait visiblement. Ce fait s'explique, d'après nous, par la différence de la force élastique régnant entre les molécules intérieures et celles plus voisines de la surface libre.

Tandis que le niveau mobile de l'hydrogène semblait bien net, on pouvait apercevoir au sein de la masse de petites particules blanches ; c'étaient de petites portions d'air qui, refroidies extrêmement dans le voisinage de la couche superficielle de l'hydrogène, s'étaient solidifiées et traversaient ensuite le liquide. Ce résultat était inévitable, puisque l'air atmosphérique venait toujours en contact avec l'hydrogène ; le phénomène était aussi curieux qu'instructif.

Un petit tampon d'ouate plongé dans le liquide, puis retiré, s'enflamme vivement à l'approche d'une allumette en ignition.

Ce qui prouve la densité extraordinairement faible (0,07) de l'hydrogène liquide, c'est qu'une petite boule de liège (densité 0,24), introduite dans l'éprouvette, descend rapidement jusqu'au fond.

Voici une expérience qui démontre bien la température excessivement basse du liquide : on y plonge pendant quelques instants une petite boule métallique, puis on

maintient celle-ci dans l'air ; on ne tarde pas à voir l'air ambiant se transformer en liquide tombant de la surface de la boule sous forme de gouttelettes ; le phénomène est très apparent dans l'image projetée sur l'écran.

On amène dans l'hydrogène liquide un petit tube contenant de l'air liquéfié ; on voit celui-ci devenir solide, et si l'on retire le petit tube, on assiste à deux phénomènes différents : l'air intérieur dégèle et redevient liquide, tandis que l'air entourant le tube se condense en gouttelettes qui s'attachent à la face extérieure.

Il suffit même d'amener un petit tube contenant de l'air gazeux dans la vapeur de l'hydrogène liquide et dans le voisinage immédiat du niveau, pour produire la solidification de cet air ; on le voit tomber sous forme de petits flocons, pour prendre ensuite l'état liquide.

Un tube fermé contenant de l'oxygène est plongé dans l'hydrogène liquide ; bientôt le gaz se solidifie, et si l'on transporte de nouveau le tube dans l'air, l'oxygène devient graduellement liquide et finit par reprendre l'état gazeux.

Une petite éponge trempée dans l'hydrogène liquide, puis amenée dans un champ magnétique assez puissant, par exemple entre les pôles d'un grand électro-aimant, paraît subir une attraction, d'après l'image projetée sur l'écran. Cela tient sans doute à la production d'oxygène solide, qui a, comme on sait, des propriétés magnétiques très prononcées, tandis que l'hydrogène liquide est légèrement diamagnétique.

Nous avons dit plus haut que la température de ce liquide est — 252° C., c'est-à-dire + 21° au-dessus du zéro absolu. La détermination de cette température a été très difficile : il n'y avait pas moyen de trouver deux appareils thermométriques donnant toujours des résultats concordants : l'appareil à résistance électrique donnait 35° C. absolus avec le platine fin, 27° avec du rhodium platiné ; au contraire, un thermomètre à gaz hydrogène conduisait à la valeur 21°, nombre obtenu également avec un instru-

ment à résistance électrique, où le conducteur était de l'argent de Berlin.

Pour terminer cette mémorable conférence, le professeur Dewar montra comment l'hydrogène liquide permet de réaliser en très peu de temps un haut degré de raréfaction : on plonge dans du mercure l'extrémité ouverte d'un long tube contenant de l'air, tandis qu'on engage l'extrémité fermée dans l'hydrogène liquide ; aussitôt on voit monter le mercure plus haut que dans un baromètre à mercure placé dans le voisinage ; la raison en est que la tension de la vapeur restante est devenue un minimum.

En quelques minutes l'air renfermé dans un tube ordinaire est tellement raréfié par ce procédé, qu'une puissante étincelle d'induction ne peut plus le traverser, tandis qu'il se produit un effet très marqué de phosphorescence. Dès que la température s'élève, on voit naître successivement les diverses formes de la décharge.

A l'issue de cette séance vraiment historique, et après les acclamations unanimes de tous les assistants, le vénérable Lord Kelvin présenta, en leur nom, ses félicitations les plus vives à l'éminent orateur. Il rappela les belles recherches de Davy et de Faraday dans ces mêmes locaux de l'Institution Royale : « Si ces infatigables chercheurs avaient pu être témoins des magnifiques expériences faites dans cette soirée, combien grande n'eût pas été leur admiration, quand ils auraient constaté d'une manière si frappante la réalisation de leurs rêves et de leurs prédictions scientifiques ? Peut-être l'habile expérimentateur J. Dewar parviendra-t-il bientôt à découvrir des substances encore inconnues aujourd'hui et dont la température absolue ne dépasserait pas 5 degrés absolus (1). » En attendant, dit

(1) Grâce à l'indomptable persévérance du professeur Dewar, ce vœu n'a pas tardé à être accompli : en effet, le célèbre opérateur a réussi à *solidifier* aussi l'hydrogène liquide, en l'évaporant dans un espace d'où l'on retire rapidement l'air et l'hydrogène gazeux ; la température a été abaissée ainsi

en terminant Lord Kelvin, « nous ne pouvons jamais assez applaudir aux splendides résultats obtenus sous nos yeux ».

Après quelques paroles de congratulation prononcées par Sir George Stokes et par le prince de Galles, la séance fut levée au milieu du plus grand enthousiasme. Assurément, l'Institution Royale ne pouvait clôturer d'une façon plus glorieuse le premier siècle de son existence.

Dans les pages précédentes, j'ai tâché d'esquisser dans leurs grandes lignes les vicissitudes par lesquelles a passé l'Institution Royale de la Grande-Bretagne depuis l'année 1799. Sans doute le plan du fondateur, le comte de Rumford, a été totalement modifié ; mais si les directeurs n'ont plus pour but immédiat d'éclairer les déshérités de la fortune, afin de rendre leurs efforts à la fois plus efficaces et leur ménage moins dispendieux, il faut bien reconnaître que les tendances actuellement en honneur dans l'Institution ont trouvé l'appui le plus chaleureux dans les hautes sphères de la société et y ont répandu le goût des recherches scientifiques. A des périodes alternatives de crise et de prospérité a succédé une ère de succès non interrompus ; et, certes, l'Institution ne pouvait commencer son deuxième centenaire avec plus d'éclat. A la vérité, cette brillante situation est due avant tout à l'heureux choix des hommes les plus éminents dans les diverses parties de la science ; c'est ce choix qui a provoqué des contributions tellement généreuses que, de nos jours, l'Institution Royale peut se maintenir au premier rang pour les recherches scientifiques les plus ardues et les plus coûteuses.

à — 267° C., c'est-à-dire à 6° absolus. Serait-il encore bien téméraire d'espérer qu'on atteindra bientôt le zero absolu lui-même ?

Un fait bien curieux à signaler, c'est que l'hydrogène solide est transparent, incolore et ne présente absolument pas l'éclat métallique, comme on s'y serait attendu.

Sans doute, les conférences populaires et les séances où les questions les plus difficiles de la science sont élucidées avec un grand talent, attirent naturellement un nombre considérable d'auditeurs qui viennent prêter volontiers l'attention la plus soutenue aux divers orateurs. Mais les directeurs sont fortement convaincus que de pareils succès ne sont qu'accessoires ; le but principal doit être poursuivi dans les laboratoires où il faut s'efforcer sans relâche de faire progresser la science.

Pour terminer ce travail, nous nous plaisons à nous faire l'écho des paroles prononcées par le prince de Galles dans l'une de ses allocutions pendant les fêtes du centenaire, c'est-à-dire à exprimer l'espoir que l'Institution Royale de la Grande-Bretagne, en s'appuyant, comme par le passé, sur ses propres forces, et sans recourir à des subventions de l'État, contribuera toujours pour une large part aux progrès de nos connaissances, se montrera sans cesse digne de l'admiration de tout le monde savant, et demeurera un terrain classique de la science !

G. Van der Mensbrugghe,
Professeur à l'Université de Gand.

LES LÉONIDES

Le mois de novembre de l'année qui vient de finir a marqué dans le monde astronomique, et surtout dans le monde des curieux devenus astronomes pour la circonstance, par une déception : le maximum des Léonides, plus ou moins attendu pour le 16 au matin, a fait absolument défaut, comme si le brillant essaim dont mille ans d'histoire nous permettent de suivre les manifestations jusqu'en plein moyen âge, venait de nous fausser compagnie.

La presse quotidienne — celle des variétés et des faits-divers — toujours douée, comme il convient, d'une grande puissance d'affirmation, s'était emparée des prédictions hypothétiques émises par les organes officiels de l'astronomie. Jugeant superflues les clauses restrictives dont s'encadraient ces prédictions, elle avait annoncé, comme on annonce un concert exceptionnel, un phénomène à sensation pour les 15 et 16 novembre ; et en cela elle n'avait pas entièrement tort. A part l'incertitude qui s'attachait à sa réalisation même, la « Fête des étoiles filantes », comme on la nomma en 1866, méritait, et à bien des titres, cet excès d'honneur. Tous ceux de nos lecteurs qui ont été témoins de la grande averse d'il y a 33 ans — la moins remarquable cependant des grandes pluies de Léonides qu'a vues le XIXe siècle — n'auront garde d'y contredire.

Les lignes qui suivent n'ont pas pour but de motiver cette déception. Elles n'expliqueront pas l'absence du brillant feu d'artifice sur le spectacle duquel on avait compté :

pareille explication serait prématurée et, par sa nature même, dépasserait le cadre d'un article de vulgarisation. A peine toucherons-nous la question. — On n'y cherchera pas davantage soit des descriptions enthousiastes des pluies de novembre, soit une monographie des Léonides : les descriptions sont faciles à trouver ; il en est de fidèles, il en est de fantaisistes... Et quant à la monographie, elle a été écrite de main de maître, il y a deux ans à peine (1) ; il est donc bien inutile de la refaire.

Nos prétentions vont beaucoup moins haut : l'averse — manquée — de l'année dernière donne une indiscutable actualité aux étoiles filantes en général, au grand essaim de novembre en particulier. Tracer une rapide esquisse des divers travaux dont, plus récemment surtout, cet essaim a été l'objet, c'est tout notre but; il est des plus simples, et l'aperçu qu'il nous fournira restera entièrement élémentaire.

Nous consacrerons les premières pages de cette esquisse à rappeler les notions généralement reçues touchant les étoiles filantes, mais en les appliquant aux Léonides. Passant ensuite à un point de vue plus actuel, nous ébaucherons à grands traits les principaux sujets d'étude sur lesquels ces mêmes Léonides disséminent aujourd'hui la patiente sagacité des astronomes, indiquant côte à côte avec les questions soulevées quelques-uns des résultats déjà obtenus.

I

D'après les idées de Schiaparelli, à peu près universellement adoptées aujourd'hui, un essaim d'étoiles filantes

(1) W. F. Denning. F. R. A. S. *The Great meteoric Shower of November* ; extrait de THE OBSERVATORY, 1897. — Nous signalerons aussi au lecteur désireux d'étendre les notions résumées ci dessous, les articles du P. Carbonnelle (REV. QUEST. SCIENT., octobre 1888, janvier 1889) ; de M. E. Lagrange (CIEL ET TERRE, 1883-1884), et un travail plus développé de M. L. Schulhof (BULLETIN ASTRON., 1894).

résulte de la désagrégation lente d'une comète capturée. Sous l'action du Soleil, ou sous l'influence de causes encore imparfaitement définies, mais qui, au jugement de Schiaparelli, pourraient n'être autres que l'attraction elle-même, la comète, tout en poursuivant sa course échevelée, se disloque intérieurement, se dédouble, se segmente, s'éparpille peu à peu. Ses débris continuent à graviter, suivant, sans trop s'en écarter au début, le chemin du noyau primitif; mais, en fait, l'orbite ancienne se trouve remplacée graduellement par un nombre croissant d'autres orbites plus ou moins voisines, plus ou moins enchevêtrées. Cette dislocation progressive ne fait plus de doute depuis la segmentation de la comète de Biéla, survenue en 1841, segmentation dont il a été possible de suivre les différentes phases à l'aide du télescope. Elle a été remise récemment en lumière par les clichés photographiques obtenus aux grands équatoriaux de Lick.

Par leurs positions mêmes les nouveaux mobiles se trouvent condamnés d'avance à cesser bientôt leur course en escadron serré : les uns vont prendre la tête du cortège, d'autres se dissémineront sur ses flancs, d'autres encore suivront le gros de la troupe avec des retards divers, tant et si bien que, dans un avenir plus ou moins prochain, il s'en rencontrera sur tous les points de l'orbite primitivement suivie par la comète. Ce phénomène est connu, et notre monde sublunaire nous en offre plus d'une image. Côte à côte sur une piste de vélodrome, rangez dix cyclistes de vitesses sensiblement égales. Groupe compact au départ, quelques tours de piste suffiront à le transformer en file irrégulière et allongée. Même, si les coureurs sont en nombre suffisant, ce cortège pourra se trouver rapidement égrené le long de la piste entière, tout comme les débris de comètes dans les *courants météoriques*.

Et remarquons l'action étrange du temps sur cet élément cosmique de nature si particulière : il tend à en *uniformiser* la densité, en favorisant l'égale répartition des mobiles

restés relativement unis durant les premières périodes du mouvement. Dès lors, si dans notre système solaire, à côté d'anneaux filiformes bien réguliers, nous découvrons d'autres courants d'une allure moins réglée, d'un débit plus capricieux, il sera légitime, toutes choses égales d'ailleurs, de regarder ces derniers comme étant de formation plus récente. Les Perséides (10 août), pour nous borner à cet exemple, forment un anneau de densité constante; les Léonides, au contraire, se rapportent au type nettement opposé : les averses extraordinaires dont elles nous gratifient de loin en loin, sont de brillantes excentricités de jeunesse, pas autre chose. Venu à maturité, l'essaim n'aura plus souci de ces jeux-là : il adoptera une hygiène plus réglée, une allure plus méthodique, et ce ne sera pas à notre avantage.

Si dans ce qui précède nous nous sommes expliqué avec une clarté suffisante, le lecteur doit actuellement se représenter les courants météoriques sous la forme d'immenses ellipses allongées, ayant le Soleil à l'un de leurs foyers et parcourues incessamment par des myriades de fragments cométaires lancés avec des vitesses considérables; là où la désagrégation n'a pas achevé son œuvre, un fragment plus gros que les autres représente ce qui reste de la comète génératrice et gravite sans trop s'écarter de son immense famille. — Or, une conséquence première et nécessaire de cet état de choses, c'est que le *plan* de l'orbite des étoiles filantes *doit* couper le *plan* de l'orbite terrestre, c'est-à-dire l'écliptique ; ceci peut et doit avoir lieu, pour beaucoup de courants filiformes, sans que ces courants nous révèlent en aucune façon leur existence : d'où il suit que nous ne connaissons qu'une infime fraction de la population météorique de notre système solaire. Mais il peut se faire aussi, très heureusement — sinon très fréquemment — que l'intersection des deux plans orbitaux amène celle des orbites elles-mêmes : en d'autres termes, que l'un des

nœuds de l'orbite cométaire, au lieu de tomber soit à l'intérieur, soit à l'extérieur de la courbe légèrement elliptique que nous décrivons autour du Soleil, tombe sensiblement sur cette courbe elle-même. Dans ce cas, le courant de météores sera rencontré par la Terre : il se manifestera à elle, elle y entrera, s'y immergera durant plusieurs heures ou même plusieurs jours, d'après la forme et la largeur du fleuve céleste, puis continuera sa marche, emportant, indifférente, curieux et astronomes, satisfaits ou maugréant, réjouis ou déçus, selon que les vicissitudes du ciel et les perturbations planétaires auront servi leurs prévisions ou trompé leur espoir.

C'est qu'en effet, l'immersion dans ce fleuve cosmique est caractérisée par un phénomène à la fois attrayant pour les curiosités les moins en éveil et étrangement fécond en enseignements : l'apparition de nombreux météores sillonnant notre atmosphère en divergeant d'un même point du ciel, point qui a reçu le nom de *radiant*.

Pourquoi cette particularité de l'existence d'un radiant? Pour une raison bien simple qu'il est presque superflu de rappeler. Pénétrant dans notre atmosphère avec l'immense vitesse qui leur est propre — elle est comprise entre 12 et 72 kilomètres par seconde — les météores s'échauffent par la résistance que leur opposent les couches d'air de densité croissante, et cet échauffement les porte à l'incandescence ; en réalité, ils s'allument par frottement, ni plus ni moins que la plus vulgaire des allumettes chimiques; du moins est-ce là l'opinion généralement admise aujourd'hui (1), opinion que nous accepterons faute de

(1) Cette opinion est loin cependant d'être universelle. Dans une note présentée, en 1889, à l'Acad. des Sciences de Paris (COMPTES RENDUS, CVIII, p. 340), M. E. Minary touche directement cette question :

« Est-il possible, se demande-t-il, d'admettre que l'incandescence des étoiles filantes s'explique par la transformation du mouvement en chaleur? Si l'on considère que les gaz sont des corps parfaitement élastiques et que, dans les hautes régions de l'atmosphère, ils sont à un état de raréfaction extrême, on ne peut concevoir la production de chaleur par le choc de corps

mieux. Il en résulte immédiatement que les étoiles filantes ne nous deviennent *visibles* que sur une portion infime et sensiblement rectiligne de leurs trajectoires. C'est donc suivant des droites dont la direction commune n'est autre que celle du courant météorique, qu'elles paraissent se précipiter vers la Terre à partir du moment où celle-ci a pénétré dans l'essaim. Que pareil ensemble de droites parallèles nous offre l'aspect d'une gerbe divergente, il n'y a là rien qui puisse surprendre : un phénomène analogue se présente dans tout faisceau de parallèles vu de bout, et la perspective suffit à l'expliquer : pour l'œil prenant d'enfilade une rue tracée au cordeau ou un boulevard d'une certaine longueur, saillies des corniches, arêtes des trottoirs, rails des tramways, cordons de réverbères semblent converger vers un seul et même point : le point de fuite. Convergence vers un point de fuite, ou divergence d'un radiant sont deux locutions équivalentes.

Les *gloires* de rayons que projette le Soleil en s'effaçant

venant de l'espace avec de très grandes vitesses et heurtant des molécules parfaitement élastiques, aptes à recevoir du mouvement et à acquérir la vitesse de ces corps : ce qui n'est qu'une communication et non une disparition de mouvement.

» Si une disparition de ce genre avait lieu, la vitesse de ces corps sur leur trajectoire serait progressivement retardée; par contre, l'incandescence deviendrait de plus en plus grande. Or, l'observation ne montre que des éclats lumineux et des vitesses de translation sensiblement uniformes, au moins pour tous les corps qui ne sont point combustibles. »

De son côté, M. Cornu, en présentant la note précédente à l'Académie, la signalait comme digne d'intérêt en ce qu'elle appelait l'attention des observateurs sur la production possible de phénomènes autres qu'un développement pur et simple de chaleur.

« Dans cet ordre d'idées, concluait l'éminent physicien, l'illumination de la trajectoire des étoiles filantes dans les régions supérieures de l'atmosphère pourrait être attribuée à un développement ou à une décharge d'électricité statique sans élévation considérable de température... Cette manière de voir serait, d'ailleurs, en accord avec les observations spectrales faites sur les étoiles filantes et viendrait à l'appui de l'opinion des physiciens et des astronomes disposés à considérer un certain nombre de phénomènes cosmiques (aurores boréales, lumière zodiacale, comètes, protubérances solaires, etc.) comme des manifestations électriques analogues à celles qu'on excite si aisément dans les gaz raréfiés. »

derrière un nuage, et, selon plusieurs astronomes, les *effilés*, quasi insaisissables par la photographie, qu'on en temps d'éclipse totale s'élancer jusqu'à des dista considérables de la couronne solaire, sont des manife tions du même ordre. On peut en rapprocher en l'étrange illusion que donne parfois un ciel rayé de lon strates de cirrhus : absolument parallèles pour qui fix zénith, elles semblent se déployer en un éventail imme sitôt que le regard, en les suivant, va s'arrêter aux cor de l'horizon.

Le *radiant*, ou mieux le *radiant relatif*, est don point de la sphère étoilée d'où le courant de mété *paraît* se précipiter vers nous : on réserve le nom radiant *absolu* au point d'où ce même courant nous pa trait venir, si la Terre était immobile. Et cette distinc est aussi facile à saisir qu'elle est nécessaire : si une o tombe, bien verticale, son radiant *absolu* sera le zén mais, dans le cas d'un observateur emporté par un exp le radiant *relatif* variera avec sa vitesse d'entraînem la pluie lui semblera *inclinée* et rayera *obliquemen* glaces du wagon : le radiant relatif se trouvera dan direction de la marche du train.

Les notions que nous venons de rappeler, quelque ples et quelque élémentaires qu'elles soient, permetter se rendre un compte sommaire des principaux phénom relatifs aux averses de météores, à leur period annuelle, à leur durée, à la récurrence des maxima, bien des questions de détail qui se rattachent à celle

Elles sont, d'ailleurs, très générales ; nous allons, ce qui suit, les préciser en les appliquant au cas par lier des météores de novembre.

Le peuple des Léonides, qui, selon toute apparen élu domicile dans notre système solaire depuis dix- siècles environ, se trouve disséminé suivant une el

excessivement allongée, dont le sommet le plus éloigné de nous va se perdre par delà l'orbite d'Uranus. L'essaim doit sa formation à la comète de Tempel — première comète reconnue en 1866 — capturée vers l'an 126 de notre ère. Son radiant est actuellement défini avec une grande exactitude : placé dans la Crinière du Lion, ou mieux dans la concavité de l'astérisme nettement dessiné auquel les Anglais ont donné le nom caractéristique de *Sickle* (faucille), il coïncide sensiblement avec une étoile de grandeur 5,7 – l'étoile Piazzi IX 230 — ou x du Lion, suivant Bode. Les coordonnées de l'étoile sont :

$$Æ = 149^\circ\ 10' \qquad D = +\ 22^\circ\ 28'$$

celles du radiant :

$$Æ - 149^\circ\ 28' \qquad D = +\ 22^\circ\ 52' ;$$

elles donnent la moyenne de 70 déterminations faites, depuis 1833, par les observateurs qui se sont livrés le plus passionnément à l'étude des météores : il suffira de citer, entre autres noms connus, ceux d'Olmsted, A. S. Herschel, Newton, Marsh, Bradley, Bakhouse, Denning, Greg et Heis. — Peu de points du ciel, et à coup sûr nul autre radiant, n'ont été l'objet d'un pareil nombre de travaux : mais, il faut l'avouer, cette faveur est justifiée. Le radiant des Léonides est le plus anciennement connu de tous ceux qu'a déterminés l'astronomie : c'est un ancêtre, et on lui doit des égards que ne mérite pas le reste de la famille. D'autant plus que cette famille a donné, depuis vingt ans, bien des soucis aux astronomes, moins peut-être par le nombre sans cesse croissant de ses membres que par l'allure indépendante de certains d'entre eux, les *radiants persistants* de Heis, origine première des études de Niessl et des hypothèses de Brédikhine.

Revenons aux Léonides.

A chacune de ses révolutions, ce brillant cortège s'en va explorer les extrêmes confins de notre système solaire :

c'est là un voyage, qui, vu la vitesse à tout instant variable à laquelle l'assujettit la loi des aires, réclame un laps de temps de 33 1/4 ans. Que dire du cortège lui-même ? La partie dense et bien nourrie de l'essaim — l'essaim proprement dit, si l'on veut — occupe sur l'orbite un arc de trajectoire relativement petit, mais immense à considérer les choses d'une manière absolue, car il lui faut de deux à trois ans pour défiler avec la vitesse cométaire que nous lui connaissons, en un même point de l'espace, pour traverser l'écliptique, par exemple.

Cette partie plus richement peuplée a été l'objet d'études diverses : et ce n'est là qu'un bien juste retour d'intérêt pour les phénomènes variés et féeriques auxquels elle nous a conviés bien des fois depuis dix-huit siècles qu'elle gravite dans nos alentours.

On a constaté d'abord qu'elle se trouve, pour ainsi dire, emprisonnée dans une gaîne plus étendue de densité météorique graduellement décroissante, de sorte que nous ne passons pas brusquement des régions calmes de l'espace aux régions battues par l'averse de feu. En cela, rien que de naturel. Une particularité plus inattendue semble résulter des données recueillies en 1866. Cette gaîne, si l'on peut ainsi parler, n'adhère pas au courant central : en d'autres termes, il y a deux courants concentriques d'inégale richesse, le moins dense enveloppant l'autre et restant séparé de lui par un intervalle d'une pauvreté météorique beaucoup plus accusée. On peut rapprocher de cette conception, peut-être hardie, la *soudaineté* avec laquelle le phénomène a éclaté parfois dans son plein, après avoir été précédé de manifestations insignifiantes. Il en fut ainsi au Cap, le 13 novembre 1866 : « Dans la première partie de la nuit, écrit à cette date sir Thomas Maclear, on vit paraître peu de météores ou d'étoiles filantes. Le 14, à une heure trois minutes du matin, le volcan fit éruption avec une grandeur effrayante dans le

voisinage de Régulus (1). » Nous reviendrons dans un instant sur cette question de la *gaîne*.

On a cherché ensuite à évaluer approximativement la population de cette tribu nomade. Basant les calculs sur le nombre horaire des météores aperçus dans les grandes pluies, sur la durée du trajet, sur les dimensions du globe terrestre, on a hasardé quelques chiffres. Mais, comme pour tous les recensements de peuples errants, qu'ils habitent nos Saharas à nous ou les déserts bien autrement vastes des espaces interplanétaires, les évaluations se sont trouvées nettement discordantes, si discordantes même qu'il serait de peu d'intérêt d'en mettre les résultats sous les yeux du lecteur.

Enfin, on a étudié la forme sectionnelle du courant filiforme : avait-on affaire à un courant de section circulaire ou à un courant de section elliptique ? L'essaim était-il filiforme, au sens strict du mot, ou plutôt ne se trouvait-il pas aplati à la façon d'un ruban ? et, dans ce dernier cas, la Terre perçait-elle simplement ce ruban en épaisseur, ou cheminait-elle dans le plan de la trame, ou bien encore, les positions respectives du ruban et de notre trajectoire changeaient-elles avec les différentes rencontres ? Toutes ces questions, pour n'être pas susceptibles d'une solution précise, n'en étaient pas moins des problèmes d'un haut intérêt théorique. Ils avaient même leur côté éminemment pratique ; car, de la réponse qu'on leur trouverait, dépendrait dans une certaine mesure la prédiction des futures rencontres de la Terre et de l'essaim. Nous aurons à y revenir.

L'ensemble du courant filiforme se divise donc en régions riches et en régions pauvres. Il importait d'insister sur cette distinction et de la mettre en lumière, avant de

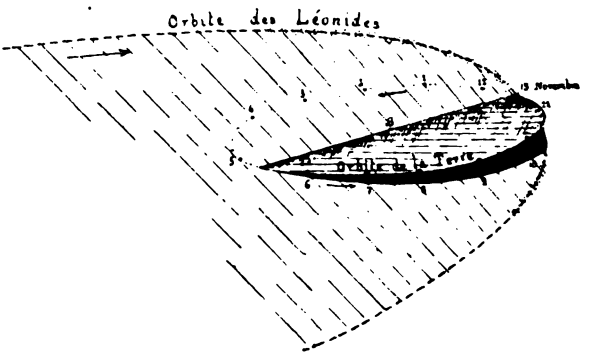
(1) EDINBURG QUARTERLY REVIEW, January 1867.

passer à l'explication des faits dont la théorie de Schiaparelli doit rendre compte.

Voici ces faits :

1° *Chaque année*, dans la seconde semaine de novembre, se produit une pluie de météores très rapides dont le radiant, nous l'avons dit, se voit dans la Crinière du Lion. Elle ne dure que quelques jours, bien qu'à prendre le phénomène entre ses limites extrêmes, on puisse la regarder comme s'étendant du 9 au 20.

2° *A certaines dates exceptionnelles* en 1799, en 1833, en 1866, la manifestation s'est accomplie avec un éclat absolument exceptionnel. Des averses beaucoup moins



violentes, mais remarquables encore, se produisent l'année qui précède ce maximum périodique et les années qui le suivent immédiatement.

Ces faits reçoivent de la théorie ci-dessus esquissée une explication suffisante ; et, mieux que de longs raisonnements, un regard jeté sur la figure ci-jointe permettra au lecteur de s'en rendre compte, par l'examen des mouvements respectifs de notre globe et de l'essaim. Ce qui frappe à première vue, c'est le très grand angle d'inclinaison des deux orbites : *très grand*, car — les flèches indicatrices le montrent — la marche des Léonides ne s'effectue

pas dans le même sens que celle de la Terre : elle est *rétrograde*, et, par suite, les conventions reçues en astronomie nous astreignent à nommer ici « angle des deux plans » l'angle *obtus* et non l'angle aigu qu'ils forment entre eux. Cet angle dépasse 162 degrés : de là, pour les météores, une vitesse relative considérable ; car, tandis qu'ils se précipitent vers nous, nous accourons presque directement à leur rencontre, et, augmentant ainsi toute leur vitesse de la nôtre, nous les voyons passer à raison de 70 kilomètres par seconde. Que l'on compare à ce chiffre le vol de nos projectiles les plus rapides, celui par exemple de la balle Hébler-Krnka à laquelle un canal axial facilitant l'écoulement de l'air refoulé communique une vitesse initiale supérieure à 900 mètres, et l'on se rendra compte, autant que faire se peut, de déplacements aussi vertigineux : la vitesse de la balle atteint à peine au quatre-vingtième de la vitesse des Léonides. Aussi, malgré les conditions défavorables dans lesquelles doivent nécessairement nous apparaître leurs trajectoires (puisqu'elles sont vues de bout, ou peu s'en faut), leur vitesse angulaire — la seule qu'il nous soit donné d'apprécier directement — reste-t-elle considérable : c'est à peu près celle qu'a un boulet de canon pour un observateur placé perpendiculairement à la ligne de tir, à mille mètres de la pièce. Ce caractère d'excessive rapidité, joint à celui de la radiance, aide beaucoup à reconnaître les météores propres à l'essaim qui nous occupe, des pseudo-Léonides rayant toujours en grand nombre les nuits de novembre.

Suivons actuellement notre globe au moment où, lancé sur son orbite à raison de 30 kilomètres par seconde, il va pénétrer dans le courant. Deux hypothèses sont possibles : la section de l'anneau dans laquelle se fait l'immersion, est l'une de ses régions pauvres ou l'une de ses parties denses. Dans le premier cas, la traversée durera de deux à trois fois 24 heures et nous naviguerons ainsi, en

travers du courant, sur une distance de quelques milliers, peut-être de quelques millions de kilomètres. Est-ce à dire que ce soit là le diamètre de ce courant, s'il est de forme cylindrique; une limite inférieure de sa largeur, s'il est de forme aplatie ? Pas précisément : seulement, un chiffre plus voisin de la limite en question s'en déduit facilement ; car, puisque nous coupons les trajectoires météoriques sous un angle constant et connu, il suffira de faire appel au cosinus de cet angle pour avoir l'une au moins des dimensions transversales.

Dans le second cas, le passage a une durée sensiblement égale ; mais les traversées successives d'une gaîne météorique, d'un espace interjacent et du noyau allongé de l'essaim, amènent une série d'apparences notablement différentes. Cette conception d'un essaim concentrique au courant principal, ou, ce qui revient à peu près au même, de deux essaims latéraux, *side-showers*, est connue en astronomie météorique sous le nom de « théorie de Marsh », du nom de l'astronome américain qui la préconisa le premier. Aux termes de cette théorie, nous traverserions en 12 heures l'essaim précurseur, en 6 $\frac{1}{2}$ h. le premier espace libre, en 4 $\frac{1}{2}$ h. le noyau, en 6 h. le second espace libre, et en 13 $\frac{1}{2}$ h. le groupe terminal. Elle rend compte aisément des phénomènes constatés de 1865 à 1868 ; une observation faite à Calcutta en 1898, tend à la confirmer. Sa vérification d'ensemble formait, d'ailleurs, l'un des innombrables sujets d'étude que comportait le programme des 15 et 16 novembre.

Telle est l'interprétation simple des phénomènes observés : leur récurrence n'offre pas de difficulté plus saillante. Revenue au bout d'une année au point qu'elle vient de quitter, la Terre y retrouvera l'anneau ; seulement, une autre partie du cortège y défilera, les météores — nous l'avons dit — ayant besoin, pour se retrouver à leur point de départ, d'un temps 33 fois supérieur à celui qui nous

est nécessaire à nous. A notre point de vue, cette discordance entre les durées de révolution a son bon et son mauvais côté. Son mauvais côté : car peut-être sans elle verrions-nous se renouveler annuellement le brillant phénomène dont les circonstances actuelles ne nous gratifient guère qu'une fois par génération ; son bon côté aussi : non seulement parce qu'en faisant ce spectacle plus rare elle en rehausse l'intérêt, mais encore et surtout parce que, rencontrant chaque année notre compagnon l'anneau météorique en des points différents, nous apprenons peu à peu à le connaître dans toutes ses parties. Une comparaison banale éclaircira ceci. Supposez une place publique et un cortège quelconque qui en fasse le tour : voilà une orbite et un essaim. A un angle de la place mettez un carrousel ; n'est-il pas évident que, grâce précisément à la différence des temps de révolution, un même point du carrousel va se trouver, après chaque tour accompli, en contact avec d'autres régions du défilé, qu'il passera une revue sommaire de l'ensemble, revue incomplète assurément, mais assez générale pour que nulle section quelque peu étendue ne puisse s'y soustraire ?

Et voilà bien notre cas : en somme, chaque traversée du fleuve d'astéroïdes peut nous fournir son apport de documents nouveaux. C'est un sondage et mieux qu'un sondage ; car à chacune d'entre elles, largeur, direction exacte et débit moyen sont susceptibles de recevoir des déterminations approchées.

Aussi y a-t-il là, en apparence du moins, de quoi rendre les astronomes bien érudits sur la matière. Cent ans de ces sondages — car il y a cent ans précisément que Humboldt et Bonpland traçaient le plan à suivre en préludant par leur observation de Cumana (Vénézuela) à l'étude des météores — cent ans semblent, à première vue, avoir dû largement nous renseigner sur la figure du locataire étrange qui s'est installé dans notre système. En est-il bien ainsi ? Avons-nous aujourd'hui, de la partie dense de l'essaim,

une connaissance vraiment approfondie? Laissons répondre les faits.

L'immersion dans cette région plus dense, dure, nous l'avons vu, deux ou trois jours, en y comprenant le temps employé à traverser les courants latéraux, et cela tant l'année même du maximum que les années qui encadrent celle-là. Depuis l'observation faite par Humboldt, trois cycles de 33 $\frac{1}{4}$ ans sont révolus : ce qui nous mène à une somme de 30 à 40 jours de 24 heures pour la durée totale des différents sondages; encore supposons-nous implicitement qu'à chacun d'entre eux la Terre ait atteint de nouvelles parties de l'essaim.

Or, celui-ci employant de deux à trois ans pour percer l'écliptique, il en résulte que nos 40 jours d'exploration ne nous ont mis en contact qu'avec quelques minimes sections de cette immense armée, sections qui, mises bout à bout, ne représentent pas le vingtième de sa longueur. Et si nous ajoutons que, par la force même des choses, ces sections sont loin d'être équidistantes, on comprendra quelle part d'aléa doit contenir encore toute conjecture hasardée touchant la position du ou des maxima.

La traduction géométrique de ces résultats est aisée et plus parlante peut-être : si je trace, au tableau noir, une ellipse de forte excentricité ayant environ deux mètres au grand axe, l'essaim des Léonides sera assez bien représenté par un trait à la craie, extrêmement délié — il le faudrait plus délié qu'un fil de soie — se confondant sur une longueur d'un pied ou deux avec le périmètre de cette ellipse. Une quarantaine de coups de crayon rayant le tableau perpendiculairement à cet arc de courbe, et irrégulièrement distribués par *triplets*, y provoqueront de très légères solutions de continuité : à l'échelle adoptée, elles représenteront sensiblement toutes les parties explorées de l'essaim.

Et cependant, si incertaines qu'elles soient, nos connaissances relatives à la distribution de la densité météo-

que sont loin de reposer sur la base entièrement chance-
ıte que semble impliquer pareille pénurie de données.
'est qu'en effet, pour nous renseigner sur la position du
ıaximum, il n'y a pas que les années d'averse proprement
lite ; il y a encore, très heureusement, dans une certaine
nesure du moins, la *marche générale* de la fréquence ou
ıombre horaire des étoiles filantes de novembre durant
es années qui précèdent celles-là et *les* années qui les
ıuivent. Coulvier-Gravier, le plus infatigable peut-être des
›bservateurs de météores que la France ait produits, a
étudié à ce point de vue le début et la fin d'un cycle des
Léonides embrassant le milieu de ce siècle. En 1834,
ınnée qui suivit la réapparition du maximum, leur nom-
›re atteignit 50 à l'heure ; en 1839, ce nombre était de
30 ; en 1844, de 20 ; tombé à 17 en 1849, il se relevait
ı partir de 1860, dépassait 37 en 1863, 74 en 1865, pour
ımener, en 1866, l'averse périodique. On entrevoit com-
nent l'allure de cette variation, jointe aux jaugeages
lirects qui résultent de nos traversées dans le gros de
'essaim, peut contribuer pour sa part à fixer des éléments
ıui demeureraient branlants sans cet appui.

Il nous reste à compléter cet aperçu rapide et bien
mparfait, par certaines remarques de détail relatives aux
:onditions qui peuvent différencier et ont différencié, en
effet, quelques-uns des maximums connus. La liste en
serait longue ; nous nous bornerons à dire un mot de la
variation d'intensité, et de celle des aires géographiques
auxquelles se sont circonscrites les pluies de 1799, 1833,
1866.

Le retour périodique des grandes averses est loin de s'être
manifesté dans des conditions identiques de splendeur ; et
rien en cela que de naturel, car si leur période est réelle-
ment de 33 $\frac{1}{4}$ ans, une même partie du courant météo-
rique ne peut se représenter à nous qu'au bout d'un nom-
bre d'années multiple de cette durée. Le plus petit de ces

multiples correspond à un cycle de 133 ans. Et même, pareille évaluation dépend de deux conditions qui ne se vérifient guère : d'une part, elle suppose cette période de 33 $\frac{1}{4}$ ans rigoureusement exacte ; d'autre part, elle fait abstraction des perturbations pouvant entraver dans sa marche régulière l'armée des météores. Rien de ceci ne peut être admis en fait. Aussi est-il souverainement probable qu'à chaque nouveau maximum, notre sondage s'est effectué dans une section vierge encore de toute inspection scientifique : c'est un continuel voyage de découverte, qui, un jour ou l'autre, nous fera explorer peut-être, dans ce même essaim des Léonides, des horizons plus riches qu'aucun de ceux entrevus jusqu'ici. Autrement dit, nous ne pouvons nous flatter d'avoir atteint jusqu'à ce jour la région du courant, où la densité météorique atteint son chiffre le plus fort : ce *maximum maximorum* est peut-être encore à trouver.

Néanmoins, à ce point de vue, il convient de n'avoir pas une confiance outrée dans l'avenir ; le temps, qui, en multipliant nos voyages, aide à nos études et accumule les données dans les annales de nos observatoires, agit malheureusement d'une manière différente, pour ne pas dire absolument opposée, sur l'objet même de ces études. Nous l'avons vu, son action sur un groupe de météores est nettement *dissolvante*. Comme il comble une vallée ou nivelle un plateau, ainsi il régularise peu à peu l'inégale distribution d'un essaim. Nos pluies annuelles de novembre peuvent y gagner légèrement ; nos maximums à longue période se trouvent condamnés par avance.

Les grandes averses de ce siècle ont différé encore sous le rapport de l'aire géographique qu'elles ont atteinte, et c'est là un nouvel aspect du phénomène que le lecteur s'expliquera aisément. Il est, en effet, évident *a priori*, qu'une grande pluie de météores, durant quelques heures à peine et visible des seules régions qui ont à la fois le

adiant au-dessus de l'horizon et le Soleil en-dessous (1), se trouvera par là même limitée à une portion du globe relativement restreinte. S'abattant sur l'ancien monde, elle a bien des chances de n'être aperçue qu'imparfaitement de l'autre côté de l'Atlantique, peu ou point dans les régions extrêmes du Far-West américain. Tombant au contraire sur le Grand-Océan ou le Japon, il y a peu d'espoir de lui voir conserver quelque éclat jusqu'au moment où la rotation diurne amènera notre vieil Occident sous le fouet de l'averse. Le coureur qui fend la grêle se sent le front et la poitrine doublement frappés, le dos quasi protégé : ainsi en est-il de notre Terre.

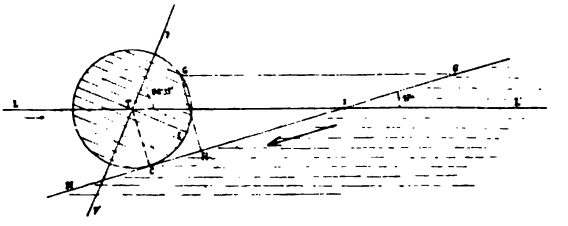
Cependant une restriction s'impose, qui nous force à limiter la remarque ci-dessus à certaines pluies météoriques seulement. Car, si d'une part les principes rappelés restent les mêmes pour tous les essaims, de l'autre, la manière d'en faire l'application varie du tout au tout dès qu'il s'agit de courants filiformes d'épaisseur différente, rencontrant l'orbite de la Terre sous des angles et dans des orientations complètement autres. L'inclinaison de l'axe terrestre sur l'orbite des météores est ici un facteur important : elle varie naturellement dans de très larges limites avec la position et la dimension de cette orbite, et dès lors, on le conçoit, les lois générales régissant le phénomène soumettent sa production à des conditions qui varient de courant à courant.

En 1799, c'est en Amérique surtout qu'il paraît s'être manifesté avec éclat, et cela des glaces du Groënland aux *llanos* du Vénézuela où les étoiles filantes allaient pour la première fois faire l'objet d'une étude scientifique. En 1833, même chose : à Boston, on évalue le nombre des météores « à la moitié du nombre de flocons tombant par une neige ordinaire » : de 4 à 6 heures du matin, on en

(1) Aucune de ces conditions n'est de rigueur absolue : mais les exceptions à la première sont d'une excessive rareté.

compte près d'un millier par minute. L'Europe en reçoit sa bonne part, mais avec une libéralité moins grande.

Au contraire, en 1866, les rôles se trouvent renversés : le tour de l'ancien monde revient : l'Amérique et l'Extrême-Orient sont oubliés, ou peu s'en faut : l'Afrique et l'Europe se trouvent extrêmement favorisées : Rome, Paris, Turin, Malte sont témoins de pluies exceptionnelles ; de l'Irlande à la Perse, de la Laponie au Cap on les observe avec intérêt et admiration ; à Urbino, on compare les météores « à des grenades jetées à pleines poignées » ; en Arabie, ils apparaissent « comme des nuées de sauterelles » ; à Beyrouth, d'après une feuille locale, « la face de la nuit en est tachetée comme une peau de léopard ».



Malgré cette diversité de distributions, un fait reste constant à chaque immersion de la Terre dans l'essaim des Léonides, et il mérite une mention passagère : c'est que l'hémisphère sud de notre globe est toujours le premier à plonger dans le courant filiforme, d'où un retard très appréciable dans l'apparition du phénomène aux lieux d'égale longitude situés dans les zones boréales. Le maximum de 1866, pour nous borner à ce seul exemple, fut observé au Cap treize minutes environ — toutes réductions faites — avant de se révéler aux observatoires de l'Europe septentrionale et de l'Angleterre. Si le lecteur veut bien jeter un coup d'œil sur la figure ci-dessus, il pourra se rendre un compte approximatif de cette particularité. Nous y désignons par PP' l'axe terrestre, par LL' une partie de notre orbite : la droite MI, inclinée de 17° sur cette orbite, limite

les hachures dont la place indique celle du courant météorique.

En supposant à l'angle PTL' une ouverture de 66°33', ce qui est l'inclinaison de l'axe de la Terre sur le *plan* de l'écliptique, on verra facilement par quelles latitudes notre globe doit entrer en contact avec l'essaim. Les angles connus de la figure fournissent immédiatement pour ETC une valeur voisine de 50°, et, par suite, le point de contact doit se trouver vers le 50e parallèle de latitude australe.

Évidemment, ce n'est ici qu'une approximation grossière, destinée à mettre en lumière le détail indiqué. En réalité, l'axe PP' ne coïncide pas absolument, comme nous venons de le supposer, avec le plan du dessin ; et l'angle PTL', que font entre elles la droite PP' et la *trajectoire de la Terre*, est supérieur, vers le milieu de novembre, à la valeur ci-dessus adoptée. Étudier le phénomène dans les conditions où nous nous sommes placés, revient à le reporter quelques semaines plus tôt, vers l'équinoxe d'automne. Les latitudes de premier contact ne sont guère différentes et l'intelligence des choses s'en trouve beaucoup simplifiée.

Au reste, pour le remarquer en passant, le cas est moins théorique qu'il n'en a l'air ; car, nous le verrons plus bas, à l'époque où elle venait de s'installer dans notre système solaire, la comète génératrice des Léonides coupait notre orbite dans des régions assez voisines de celle dont il vient d'être question.

La figure ci-dessus peut nous mener à un autre résultat encore : elle explique et permet de calculer le retard avec lequel une station G, prise dans l'hémisphère boréal par exemple, s'immergera à son tour dans l'essaim. Ce retard t est évidemment

$$t = \frac{GG'}{v} = \frac{GH}{v} \text{ coséc } 17^\circ$$

où v est la vitesse de la Terre sur son orbite, et GH une distance aisée à évaluer en fonction des seules latitudes de C et de G. En appliquant ce procédé au cas, rappelé plus haut, de l'observation faite au Cap en 1866, on trouve pour t une valeur voisine d'un quart d'heure, peu différente par conséquent de celle qu'il s'agit d'expliquer. Au surplus, le lecteur en possession de quelques notions d'astronomie n'éprouverait pas grande difficulté à aborder la question d'une manière moins rudimentaire et tenant compte de plusieurs des éléments que nous avons négligés à dessein. Il aboutirait ainsi à une détermination circonstanciée soit du retard dans l'immersion, soit de la position du front d'attaque. C'est là un petit problème cosmographique qu'il suffira d'avoir signalé en passant.

Nous avons rappelé les divergences les plus saillantes des grandes pluies météoriques : il y aurait, pour être complet, à en signaler d'autres encore, par exemple la durée *croissante* des maximums de 1799, 1833, 1866, — croissance évidemment attribuable à une diffusion progressive de l'essaim. Mais plusieurs d'entre elles reçoivent une explication simple des seules notions qui précèdent; d'autres moins importantes peuvent être laissées au second plan. Aussi bien nous tarde-t-il d'envisager notre sujet sous un aspect à la fois moins général et plus actuel.

II

Les années qui viennent de s'écouler ont donné naissance à de nombreux travaux touchant la théorie des Léonides et à des efforts réels tendant soit à en perfectionner, soit à en généraliser l'observation. Une vue d'ensemble de ces progrès doit nécessairement comprendre deux parties, d'après qu'on envisage les études expérimentales et la technique opératoire, ou qu'on suit l'évolution subie par les idées de Schiaparelli et les tentatives faites dans le but de

compléter la détermination de l'orbite. Cette dernière subdivision nécessite un coup d'œil rétrospectif; c'est par elle que nous commencerons.

L'honneur d'avoir ouvert à l'astronomie mathématique des horizons nouveaux en systématisant les données relatives aux pluies d'étoiles filantes, revient au professeur H. A. Newton de Yale College, Newhaven, et à M. G. V. Schiaparelli, l'éminent astronome de Milan. Le premier jalon de la théorie particulière des Léonides fut posé le jour où, comparant entre elles leurs apparitions historiques les plus sûres, échelonnées sur une période de mille ans (902-1864), le professeur Newton fut conduit aux deux conclusions que voici :

1° Au moment où le phénomène se manifeste, la longitude de la Terre est supérieure d'environ 52",4 à ce qu'elle était, au moment de l'apparition des météores de novembre, l'année précédente.

2° Le temps mis par la partie riche de l'essaim à décrire son orbite elliptique est de 180 jours, de 185,4 jours, de 354,6 jours, de 376,6 jours, ou de 33 $\frac{1}{4}$ ans. Aucune autre durée n'est compatible avec les données de l'histoire.

La première de ces conclusions avait nécessité la détermination, aisée d'ailleurs, de la position de la Terre aux dates que les chroniques anciennes ou modernes signalaient comme ayant été marquées d'averses attribuables aux Léonides. La longitude terrestre avait été trouvée ainsi de 50° 49' en 1833, de 37° 48' en 1366, de 26° 45' en 1002, de 24° 17' en 902 ; elle avait été calculée aussi pour une dizaine d'autres dates intermédiaires (1).

La seconde conclusion allait être le point de départ d'une brillante série de travaux. A son tour l'astronome anglais

(1) L'augmentation annuelle de longitude résultant directement de ces données, est de 102",6. Mais le phénomène bien connu de la « précession des équinoxes » déplace en sens opposé le point de l'écliptique à partir duquel se comptent les longitudes. Ce déplacement annuel dû à la précession étant de 50",2, il en résulte pour le déplacement que nous étudions ici une valeur effective de 52",4 seulement.

Adams, l'illustre émule de Le Verrier, s'empara de la question ; elle était hérissée de difficultés, digne par conséquent d'exercer sa sagacité. Partant d'une détermination du radiant, prise par lui-même et remarquablement exacte pour l'époque où elle fut faite, il entreprit de soumettre au calcul les cinq orbites hypothétiques proposées par le professeur Newton. Celle de période 354,6 jours, jugée au début la plus probable, reçut les honneurs de la préséance. Pareille orbite — le calcul le démontre — devait nécessairement soumettre le groupe de météores à des perturbations diverses, émanées de Vénus, de la Terre, de Jupiter et capables d'amener un déplacement nodal de 21″ par an, en moyenne. Le résultat, on le voit, se trouvait en désaccord avec la conclusion tirée des données historiques. Il fallut condamner sans appel cette orbite de 354 jours ; il en fut de même des deux premières et de celle de 376 jours. Les probabilités s'étant dessinées ainsi en faveur de l'orbite à longue période, il ne restait plus qu'à tenter la contre-épreuve. Adams n'eut garde d'y manquer et le succès couronna ses efforts.

Les *troublantes*, dans ce nouveau cas, devaient être surtout Jupiter, Saturne et Uranus. En 33 $\frac{1}{4}$ ans l'action perturbatrice de Jupiter devait faire avancer le nœud de 20′, celle de Saturne de 7′, celle d'Uranus de 1′ : en tout, 28 minutes. Or, la valeur correspondante fournie par la table de M. Newton est de $52''4 \times 33\frac{1}{4}$, soit 29′ d'arc environ : coïncidence des plus remarquables, comme l'observe Adams, et de nature à lever absolument tout doute touchant l'exactitude de la période (1).

Peters et Schiaparelli, ayant, chacun de leur côté, établi l'identité d'orbite des Léonides et de la comète de Tempel (1866, I), Oppolzer détermina les éléments définitifs de la comète. Ces éléments placent son périhélie en un point

(1) Voir Adams, MONTHLY NOTICES, vol. XXVII ; — Denning, THE OBSERVATORY, 1897 ; — Cortie, S. J., *The November Meteors*, MONTH, november 1899.

légèrement *intérieur* à l'orbite terrestre, au quarantième environ de notre distance au Soleil, son aphélie au delà des régions où se traîne Uranus, et lui assignent une période de 33 années et dix-huit centièmes, période plus courte que celle de l'essaim. Est-ce là un écart réel ou une divergence due aux incertitudes d'observation? Il serait difficile de trancher, mais la question donne lieu à une remarque intéressante : la comète 1866 I semble, en effet, avoir été vue une fois ou deux dans le passé. M. Newton l'identifia avec une comète parue en octobre 1366, dont les éléments, bien incertains, calculés par Peirce, montrent quelque ressemblance avec les siens. En discutant les observations chinoises de cette ancienne comète, M. Hind est arrivé à confirmer pleinement les conclusions de M. Newton et à établir un accord satisfaisant entre les deux orbites. Il est extrêmement curieux de noter qu'en 1366 la grande averse d'étoiles filantes précédait d'environ deux semaines la comète, tandis qu'en 1866 l'essaim la suivait de huit mois. Il est donc possible que l'écart indiqué soit réel (1).

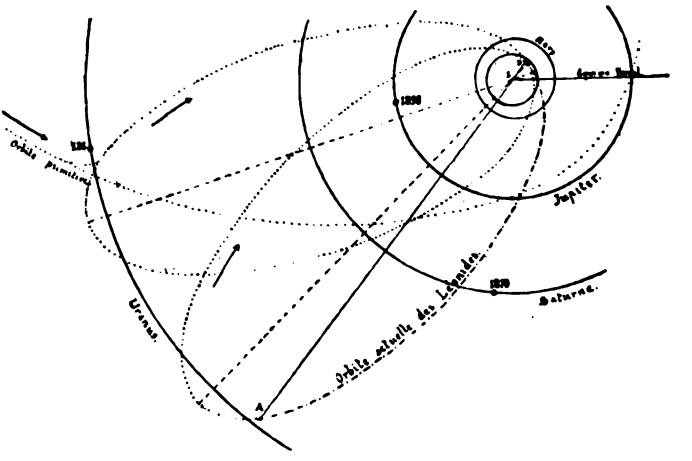
Enfin Le Verrier couronna dignement la série de ces travaux de mécanique céleste, en étudiant les conditions qui avaient amené la comète de Tempel à faire partie de notre système solaire. Il crut pouvoir faire remonter son annexion à l'an 126, date à laquelle la comète aurait été *capturée* par Uranus.

Le schéma ci-joint mettra sous les yeux du lecteur quelques-uns des résultats obtenus, en indiquant la forme et la position de l'ellipse suivie par l'essaim des Léonides. L'arc dessiné en trait interponctué est censé situé au-dessous du plan de figure, c'est-à-dire du plan de l'écliptique; par suite, AB est la ligne des nœuds, ligne s'écartant assez notablement, comme on le voit, du grand axe de la courbe.

Les orbites de Mars, Jupiter et Saturne passent à travers l'orbite des météores : par leur position ces trois

(1) L. Schulhof, BULL. ASTRON., mars 1894.

planètes peuvent exercer sur ses éléments une influence perturbatrice considérable. Il en est de même de la Terre et d'Uranus qui la rencontrent à peu près, et de Vénus qui s'en trouve peu distante. Néanmoins, les perturbations de Mars et de Vénus sont sans importance ; notre Terre, elle, dévie seulement les particules que leur vol amène dans son voisinage immédiat. C'est donc à Uranus, Jupiter et Saturne qu'il faut attribuer les irrégularités notables



qui viendraient à se produire dans l'allure périodique des météores.

Bien des travaux publiés depuis les calculs d'Adams et de Le Verrier, ont touché ou traité les questions de mécanique ou d'astronomie cométaire relatives aux essaims d'étoiles filantes. Plusieurs même ont eu pour objet l'étude spéciale des Léonides. Leur analyse serait impossible, leur simple énumération nous entrainerait trop loin : nous en citerons quelques-uns pour mémoire seulement.

Lehmann-Filhès, il y a une vingtaine d'années, dans sa *Bestimmung von Meteorbahnen*, traitait le problème général de la détermination de l'orbite par le radiant et le problème réciproque de la détermination du radiant

par les éléments de l'orbite, problème déjà traité par W. E. Weiss, de l'Observatoire de Vienne ; il approfondissait aussi la comparaison des orbites météoriques avec les orbites cométaires.

En 1886, M. W. F. Denning, insistant sur un phénomène signalé par Heis et par Tupman, donnait, dans les MONTHLY NOTICES, de nombreuses observations tendant à mettre en évidence l'existence de radiants *persistants*. C'est là un fait sur l'explication duquel les astronomes ne se montrent jusqu'ici qu'imparfaitement édifiés; car il donne lieu, comme on va le voir, à un désaccord apparent, fort digne de remarque, entre l'observation et les théories actuellement admises. Défini, en effet, comme il l'a été au début de ce travail, le radiant relatif d'un essaim qui demeurerait visible plusieurs jours, devrait nécessairement paraître se déplacer parmi les étoiles; car sa direction résulte de la direction réelle des météores, composée avec la direction de la Terre prise en sens contraire : la variation de cette dernière composante entraînant celle de la résultante elle-même. De fait, le déplacement du radiant se trouve bien et dûment constaté dans certains cas, celui des Perséides, par exemple.

Au contraire, les radiants signalés par M. Denning restent fixes sur la voûte céleste, bien que leur période d'activité aille se prolongeant durant des mois entiers : ainsi, l'étoile *iota* du Cocher coïncide à peu près avec un point dont la radiation se continue du 23 juillet au 27 décembre, dates dont l'écart est suffisant pour que, de l'une à l'autre, le sens du mouvement terrestre ait diamétralement changé de sens. « A première vue, on pourrait attribuer le fait à ce que les particules se meuvent avec des vitesses assez supérieures à celles de la Terre pour annuler l'effet des variations de direction de celle-ci ; mais on se met alors en contradiction avec les idées théoriques reçues jusqu'à présent et qui rapportent les trois variations (annuelle, diurne et azimutale) aux différences de la direction des

trajectoires météoriques, relativement au sens du mouvement terrestre (1). » Ce phénomène n'a pas, à notre connaissance du moins, reçu jusqu'ici d'explication absolument satisfaisante.

M. O. Callandreau, de l'Observatoire de Paris, a été amené à réétudier le problème de la désagrégation des comètes, désagrégation dont la possibilité avait été établie par Schiaparelli. Il l'a fait sans plus se borner, comme Charlier et Luc Picart, au cas d'un noyau à orbite circulaire ; mais, profitant des indications de Tisserand et de la méthode contenue en germe dans le tome IV de sa *Mécanique céleste*, il étudia l'application de l'hypothèse de Schiaparelli aux noyaux à orbite elliptique (2).

D'autres questions, directement connexes avec les déterminations des orbites, ont été traitées par l'astronome russe Kleiber, privat-docent à l'Université de Pétersbourg, prématurément enlevé à la science à l'âge de 27 ans, quelques mois à peine après l'achèvement d'un de ses principaux mémoires. Il avait publié, en 1891, un catalogue de 918 orbites, calculées d'après les résultats publiés par M. Denning ; travail qui devait d'ailleurs, à son tour, provoquer d'intéressantes remarques de la part de W. H. Monck et autres pionniers des études météoriques.

Parmi ceux-ci, une place d'honneur revient au docteur Brédikhine, bien connu par ses nombreux travaux d'astronomie cométaire, et auteur d'une hypothèse qu'il est nécessaire d'esquisser rapidement au moins, parce qu'elle complète d'une manière heureuse les conceptions de Schiaparelli. Ces dernières, nous l'avons vu, suffisent à expliquer le phénomène des étoiles filantes dans ses traits généraux, mais rencontrent de très grandes difficultés quand on passe à l'étude minutieuse des divers essaims, de leur radiation et de leur distribution. M. Brédikhine voit

(1) CIEL ET TERRE, 1886, p. 237.
(2) BULL. ASTR., t. XIII, 465 ; C. R. AC. SC., t. CXII.

l'origine des étoiles filantes dans les *queues anomales* des comètes. Les queues anomales, tournées du *côté du Soleil*, sont constituées par des corpuscules relativement trop grands et trop pesants pour être emportés par la force répulsive dans le sens des queues normales. Ces corpuscules ont reçu, à un moment donné, une impulsion, un choc, vers le Soleil, dans la direction du rayon vecteur, ou sous un certain angle avec celui-ci. Détachés du corps de la comète, ils parcourront une orbite entièrement indépendante avec une vitesse plus ou moins modifiée, dans un plan qui ne coïncide pas nécessairement avec celui de la comète. Les émissions de matière du côté du Soleil ne seront pas toujours assez denses pour que nous puissions les distinguer comme des queues anomales ; nous sommes toutefois autorisés à ne pas les regarder comme exceptionnelles, mais plutôt comme fréquentes. Une même comète parabolique pourra avoir, aux environs de son passage au périhélie, successivement plusieurs émissions nucléaires. Les corps détachés pourront être assez grands pour former de véritables comètes nouvelles, entre autres, des comètes elliptiques (1).

Les dernières années ont été plus fécondes encore et l'approche du maximum de 1899 semble avoir provoqué une efflorescence nouvelle de travaux visant surtout à déterminer la position exacte de l'essaim et les conditions de notre rencontre avec lui. M. Berberich en Allemagne (2), M. Élie Abelmann en Russie (3), MM. G. Johnstone Stoney et Downing en Angleterre (4), ont repris, mais par des côtés un peu différents, le problème traité par Adams. Adams, en 1867, avait calculé les variations séculaires du

(1) M. L. Schulhof, BULL. ASTRON., t. XI, 1894.
(2) ASTRON. NACHRICHTEN, n° 3526.
(3) *O dvigénii niékotoruikh météornuikh potokov.* — St-Pétersbourg, 1898.
(4) PROCEEDINGS DE LA SOC. ROYALE DE LONDRES, t. LXIV, p. 406.

nœud des Léonides par la méthode de Gauss — méthode fournissant la valeur *moyenne* de chaque perturbation. M. Abelmann a, pour sa part, et par la même méthode, étudié les variations séculaires qu'éprouvent les éléments de la comète génératrice : ses résultats sont en accord satisfaisant avec ceux de l'astronome anglais

Les travaux de M. Berberich et de MM. Johnstone Stoney et Downing avaient un but plus immédiatement utile que ceux d'Abelmann : il s'agissait de préciser le maximum de 1899-1900. La méthode de Gauss, employée par Adams et suffisante d'ailleurs pour l'objet qu'il avait en vue, cessait de l'être pour la nouvelle fin qu'on se proposait. Tout portait à croire, en effet, que le cycle 1866-1899 avait plus d'une fois amené l'essaim et les planètes dans des positions relatives devant se traduire par des irrégularités notables.

On entreprit donc, en novembre 1898, dans les bureaux du NAUTICAL ALMANACH, sous la direction de son *superintendant*, le Dr Downing, et aux frais de la Société Royale, le calcul complet des perturbations éprouvées durant la *période entière* du dernier cycle des Léonides, par *une section bien définie* de l'anneau météorique, celle que rencontra la Terre en 1866 et à laquelle nous donnerons, comme les calculateurs dont nous résumons le travail, l'appellation de *section A*.

Les premiers résultats de cette recherche laborieuse sont consignés dans les lignes suivantes ; nous les traduisons d'un mémoire lu à la Société Royale de Londres, le 2 mars 1899 :

« Pour réaliser un progrès appréciable dans la théorie des Léonides, pour sonder par le menu leur existence passée, connaître leur état présent, pronostiquer leur avenir, il est nécessaire de tenir un compte exact des influences perturbatrices, influences qui s'exercent sur chaque météore en particulier, diffèrent à chaque révolution, et par conséquent, pendant la durée de chaque cycle, se font

sentir différemment dans les différentes régions de l'essaim.

» Les présentes recherches ont été commencées sous l'empire de ces idées. On y a regardé le courant comme sectionné en parties assez réduites pour que les corpuscules de chacune d'elles pussent être considérés comme soumis sensiblement aux mêmes forces. On a ensuite fait choix d'une des sections ainsi formées, celle rencontrée par la Terre en 1866, et, par la méthode des quadratures mécaniques, on a calculé les perturbations auxquelles se sont trouvés soumis les éléments de son orbite durant une révolution entière, du 13 novembre 1866 au 27 janvier 1900, date où la section étudiée rentrera en contact avec le plan de l'orbite terrestre.

» L'enquête a conduit déjà à des résultats dignes de remarque : le montant des perturbations qui ont agi pendant cette période sur les météores de la section soumise à l'étude, a été tout à fait anormal. Elles résultent d'une approche à Saturne, durant le voyage d'aller, et d'un passage à proximité de Jupiter durant le retour ; elles se traduisent par un déplacement du nœud égalant $3\frac{1}{2}$ fois son mouvement moyen, et par une augmentation d'un tiers d'année dans la période...

» Au 15 novembre 1899, la longitude du nœud (descendant) sera de 53° 41′ 7″, position que la Terre, elle, doit atteindre le 15 à 18 h. Il est donc probable que nous nous trouverons à cette date au milieu de l'essaim...

» Néanmoins cette conclusion repose sur deux hypothèses. Elle suppose : 1° que les deux sections (celle que *va* rencontrer la Terre, et la section A) aient suivi en 1866 des orbites sensiblement identiques ; 2° que les perturbations éprouvées depuis par chacune d'elles ne diffèrent pas dans une large mesure. Ces deux hypothèses sont probables, mais aucune n'est certaine. C'est là une réserve qu'il est nécessaire d'adjoindre à la prédiction (1). »

(1) Voir NATURE de Londres, march 23, 1899.

Pour la facilité du lecteur nous avons, dans le schéma donné plus haut, figuré approximativement les planètes Saturne et Jupiter aux places qu'elles occupaient respectivement en avril 1870 et en août 1898. Dans ce dernier cas, la distance de la planète à l'essaim était inférieure aux neuf-dixièmes du rayon de l'orbite terrestre.

Le Dr Berberich a, pour sa part, calculé les perturbations éprouvées, durant la dernière partie de sa course, par la comète à laquelle l'essaim est associé. Ses conclusions semblent, d'ailleurs, s'accorder avec celles de M. Stoney. Il semble aussi, d'après l'astronome allemand, que la comète se soit approchée à 80 millions de kilomètres de Saturne, en juillet 1895.

MM. Johnstone Stoney et Downing ont encore trouvé à l'action perturbatrice des planètes mentionnées, un effet d'une autre nature : l'orbite elliptique de la *section A* a été déplacée perpendiculairement à la route suivie par notre globe, de manière que son point de percée avec le plan de l'écliptique — le nœud descendant de cette même section A — doit, au 15 novembre, se trouver à l'intérieur de la courbe décrite par la Terre, à 0,0141 environ de sa moyenne distance au Soleil. Comme les auteurs, nous désignerons ce point de percée sous l'appellation brève de « point P ». D'après ce qui précède, sa distance minimum à l'orbite terrestre égale cinq fois celle qui nous sépare de la Lune : résultat qu'il ne faut pas confondre avec celui obtenu par Oppolzer et dont nous avons parlé plus haut. Oppolzer calculait l'orbite de la *comète* : le calcul de Stoney se rapporte, au contraire, à une section bien définie de l'essaim météorique, section qui, par hypothèse, *a été rencontrée* par la Terre en 1866.

« Pareil déplacement, écrivent les astronomes à la date du 9 novembre 1899 (1), suffirait à nous soustraire entiè-

(1) Lettre au directeur du périodique NATURE de Londres. — Voir aussi n° du 23 novembre 1899.

rement le fleuve de météores s'il était de section cylindrique, auquel cas il faudrait, pour cette année du moins, faire notre deuil de l'averse attendue. Mais nous avons pu nous convaincre par nous-mêmes, en soumettant à un nouvel examen les conditions dynamiques dans lesquelles s'est accomplie la capture par Uranus, que le courant, au lieu d'être strictement filiforme, doit être regardé comme aplati à la manière d'un ruban, d'une courroie : *strap-shaped ;* l'aire qu'il découpe sur l'écliptique, est, croyons-nous, un ovale assez allongé ayant eu au début son axe le plus grand, perpendiculaire au chemin suivi par la Terre. Grâce à cette particularité, nous avons chance, apparemment, d'être témoins d'une pluie considérable cette année encore, bien que le point du courant avec lequel nous nous sommes trouvés en contact lors du maximum de 1866, soit destiné à passer au large de notre position. »

Suit une discussion intéressante sur ce grand axe lui-même. On conçoit, en effet, que d'après l'azimut sous lequel cet axe se montrerait à un observateur debout sur l'écliptique au *point P*, précédemment défini, la rencontre de la Terre avec lui doit se faire à l'époque moyenne, précéder cette époque, la suivre, ou même n'avoir pas lieu du tout. S'il est perpendiculaire à l'orbite, la rencontre se place vers le 15 novembre à 18 heures (en temps civil, le 16 novembre à 6 heures du matin); si, comme de laborieuses observations semblent le faire supposer, les dix-huit siècles de perturbations subies par l'essaim ont amené de la part de cet axe une rotation en sens *rétrograde* de 52° environ, l'époque cherchée se trouvera avancée de 22 heures, reportée par conséquent au 14 à 20 heures (en temps civil, le 15 novembre à 8 heures du matin). Cette dernière conclusion, fort sujette à caution, à cause de l'incertitude du point de départ, n'est avancée par ses auteurs qu'avec les plus extrêmes réserves. Un seul résultat est mis, autant que faire se peut, hors de tout doute par l'étude que nous venons de résumer : *le point P, ci-dessus, sera rencontré*

par l'essaim. Si donc, en 1899, aucune rencontre n'a lieu entre la partie dense du courant des Léonides et la Terre, son absence pourra être attribuée à deux causes. Ou bien la déflexion de l'axe de l'ovale a été voisine de 90°, ce qui aura amené un parallélisme malencontreux entre la trajectoire terrestre et la surface plate de l'essaim en ruban astreint à passer par P ; ou bien, en tout cas, quelle qu'ait été cette déflexion, la largeur comprise entre le bord externe du ruban et le point P, largeur estimée suivant l'écliptique, s'est trouvée inférieure à 0,0141 de notre distance au Soleil, c'est-à-dire inférieure à deux millions de kilomètres. Rien ne nous dit, en effet, que ce point P doive tomber vers le milieu de la largeur du ruban plutôt que dans les régions actuellement voisines de son bord externe. Il y avait là une constatation à faire, et elle a été faite le 16 novembre dernier : « Cette constatation, disait M. Lœwy à l'Académie des Sciences, le 20 novembre, présente un intérêt réel ; elle nous fournit la preuve que le développement, particulièrement en largeur, de l'essaim des Léonides, n'est pas considérable. »

Telle est, en résumé, l'étude faite par les astronomes du NAUTICAL ALMANACH. Peut-on maintenant, comme s'est empressée de le faire la presse à sensation, conclure de tout ceci que « la comète a déraillé », que « l'essaim a été brusquement jeté hors de sa voie » ? Franchement, les expressions nous semblent un peu hyperboliques. Qu'un de nos *liners* transatlantiques ait à subir une légère dérive du chef de courants anormaux ; qu'il prenne fantaisie aux vents ou à la vapeur d'amener quelque bris d'organe lui occasionnant un retard à l'arrivée ; qu'il vienne même à toucher à New-York plutôt qu'à Philadelphie, à Lorient plutôt qu'à Saint-Nazaire — y aura-t-il bien lieu de dire qu'il a été violemment jeté hors de sa voie, ni plus ni moins qu'une locomotive qui quitte les rails ? Les vrais déraillements existent en astronomie : la comète de Tempel a déraillé en 126, nous l'avons vu, et, cyniquement,

l'astronomie a bénéficié de son malheur. Une foule d'autres comètes ont passé par des séries d'aventures de tout point analogues. Mais ce qui précède montre dans notre cas une influence bien moins sensible, une action progressive, continue et lente, et, pour tout dire, ne motivant en rien le lyrisme avec lequel d'aucuns ont prétendu la saluer.

Si du domaine des théories mathématiques, nous passons à celui de l'observation, la même efflorescence de travaux originaux se fait remarquer, s'accentuant davantage d'ailleurs à mesure que l'on va se rapprochant de la fin du cycle 1866-1899. Ici aussi une distance considérable a été parcourue : et rien ne la fera mieux ressortir qu'une rapide énumération des points sur lesquels se partage aujourd'hui l'attention des astronomes — en restreignant, bien entendu, cette qualification au cadre strict de notre sujet, c'est-à-dire aux seuls observateurs des Léonides. Pareille limitation est nécessaire; car, à mesure qu'on avance, de nouveaux horizons ont coutume d'apparaître, les questions anciennes se divisent, se subdivisent, et se montrent finalement d'une complexité qui déconcerte. Mais cela même est de bon augure : une science vit, quand elle jette ainsi de jeunes pousses de droite et de gauche; et c'est un heureux indice pour la branche-mère que de lui voir déverser un trop-plein de sève aux nouvelles tiges auxquelles elle-même elle a donné naissance.

Nous indiquons ci-après quelques-unes de ces nombreuses questions ; dans l'impossibilité de leur donner les développements que comporterait la matière, nous ne pouvons que renvoyer le lecteur qu'elles intéresseraient à l'excellente monographie insérée dans l'OBSERVATORY de 1897 et déjà mentionnée. Son auteur, M. Denning, n'est pas seulement une des autorités actuellement les plus compétentes en matière d'astronomie météorique; il est,

de plus, un observateur infatigable, et celui assurément qui durant ces dernières années a contribué, dans la plus large mesure, à coordonner et à discuter l'amas des données déjà accumulées sur le sujet.

La *position du radiant* a été, dès le début, regardée comme un élément dont la connaissance était essentielle : nous avons vu avec quel soin et grâce à quelle multiplicité d'observations cette position avait été fixée. Il semble — tant ces déterminations ont été nombreuses — qu'à cet égard la méthode visuelle ait donné tout ce qu'on pouvait attendre d'elle : seule la photographie pourra faire mieux, et c'est bien à elle, d'ailleurs, que compte s'adresser dorénavant l'astronome. La voie se trouve hérissée d'obstacles, mais au moins elle est tracée. En 1897, sur 81 plaques exposées, M. Pickering recueillait à peine deux traces de Léonides ; d'autres résultats furent plus encourageants : en 1898, les plaques travaillaient avec un certain succès à Harvard College et à Mount-Hamilton ; plusieurs météores furent photographiés en même temps, soit à Cambridge (États-Unis) et à Providence (à une quarantaine de milles au sud de Cambridge) — soit aux deux stations conjuguées de Yale : l'identification de ces météores inaugurait la détermination photographique des parallaxes d'étoiles filantes.

Une nouvelle année s'est à peine écoulée et voici que les astronomes se reprochent de n'avoir pas obtenu encore de bonnes photographies *spectrales* des Léonides. Chambres à prisme, *prismatic cameras* (1), et chambres à réseau semblent même avoir été préparées en novembre dernier, sous la direction de MM. Norman Lockyer et Fowler (2), pour l'analyse des météores brillants ; et nul doute qu'un très réel succès n'eût couronné cette tentative, si ces météores eussent daigné briller autrement que par leur absence.

(1) Voir REV. QUEST. SCIENT., t. XLIII, p. 682
(2) NATURE de Londres, 9 et 23 nov. 1899.

Néanmoins, il n'y a pas à se le dissimuler, la méthode nouvelle est encore dans l'enfance. Il lui faut des conditions atmosphériques favorables, un ciel bien noir, et un outillage assez spécial : toutes choses qui sont loin de se trouver réunies au gré de l'astronome, même quand cet astronome, comme c'était le cas notamment à Meudon, il y a deux mois, est un des praticiens les plus habiles de la technique photographique.

L'enregistrement des trajectoires avait été, en effet, le but spécialement visé par M. Deslandres : nul autre, d'ailleurs, n'était plus au fait des difficultés d'une méthode aussi délicate et mieux qualifié pour en tirer un heureux parti. « Dans la photographie des météores, écrit-il, photographie qui diffère de celle des étoiles, la quantité de lumière concentrée par un objectif en un point de l'image est proportionnelle à $\frac{a^2}{f}$, a étant l'ouverture et f la distance focale. Il faut donc employer des objectifs aussi larges que possible avec une distance focale aussi faible que possible, et j'ajouterai avec un champ de netteté aussi étendu que possible (1). » Cette dernière condition, très importante, n'était réalisée à Meudon que par deux objectifs sur sept : encore étaient-ce précisément des objectifs à faible ouverture. Ces sept appareils, installés sur montures parallactiques, couvraient un rectangle de 40° sur 50°. Deux météores se sont trouvés certainement dans leur champ : malgré cela, aucune trace nette n'a pu être relevée. Cet insuccès est en grande partie attribuable à la Lune qui voilait les plaques, au peu de transparence de l'air et à l'insuffisance des objectifs. — L'échec des astronomes anglais au *Solar Physics Observatory* a été aussi complet et pour des raisons analogues.

La *forme* ou *caractère* du radiant a donné lieu aussi à certaines controverses. Ce radiant est-il bien un *point*

(1) C. R. DE L'ACAD. DES SCIENCES, séance du 20 nov. 1899.

de la voûte céleste ? Ne serait-ce pas plutôt, comme c'est le cas pour le radiant des Biélides, une plage appréciable de la sphère ? En 1866, M. Glaisher y avait vu un cercle de 10° de diamètre ; pour le professeur Newton, sa forme était plutôt linéaire. M. Denning, au contraire, est un tenant convaincu de la théorie du point proprement dit, point qu'il a toujours trouvé très nettement déterminé, dans le cas des Léonides bien entendu, par la direction des trajectoires.

Une des difficultés que rencontre cette détermination provient du grand nombre de *radiants secondaires* dont l'activité s'étend à la période durant laquelle apparaissent les Léonides, radiants tels qu'il faut un œil exercé pour faire subir aux météores observés les sélections nécessaires. L'étude de ces centres secondaires a pris par là même un développement exceptionnel, et leur nombre, ces dernières années surtout, s'est largement accru. M. Denning donne une liste de 72 radiants, tous actifs du 10 au 15 novembre ; encore prend-il soin d'observer que sa table est incomplète, *beaucoup* de radiants plus faibles ne s'y trouvant pas mentionnés. Une douzaine au moins parmi ceux qu'elle renseigne, émettent des filantes qu'il est extrêmement aisé de confondre avec celles de l'essaim principal. L'erreur est si commune qu'un nombre horaire de 20 Léonides, citées comme telles par un observateur peu expérimenté, peut *à priori* être considéré comme sensiblement exagéré, et doit être ramené à 15 ou 16 Léonides bien authentiques.

La confusion est facilitée encore par les deux caractères communs à ces pseudo-Léonides et aux météores rayonnés par la Crinière du Lion : la *rapidité*, et la présence d'une *traînée phosphorescente*. Par suite, ces caractères, eux aussi, ont fait l'objet d'observations minutieuses et répétées. La traînée *en fer de lance*, c'est-à-dire celle qui présente un maximum d'éclat et souvent de durée dans sa partie médiane, est un phénomène fréquent en

novembre. Ces traînées ont une persistance variable : il en est qui brillent jusquo 10 et 20 minutes : l'une d'entre elles à même pu être suivie pendant trois quarts d'heure. Souvent elles se sectionnent et dérivent comme sous la poussée de vents supérieurs en décrivant les figures les plus variées ; ou bien le fer de lance, au lieu de se fractionner, se tord, serpente, se contourne en W ou en S, en zigzag ou en arabesque. Une particularité à noter, c'est qu'avant sa disparition le noyau de l'étoile filante semble se détacher de la traînée phosphorescente et parcourir isolément la dernière partie de sa trajectoire visible. Ce détail avait été indiqué déjà par Goulier en 1866. J. F. W. Herschel, Greg, et nombre d'observateurs actuels en ont refait la remarque durant ces dernières années : pour eux, le noyau perdant ainsi peu à peu sa propriété luminifère est une étincelle, une braise, *an exhausted ember*, qui va s'éteignant sur l'arc extrême de sa trajectoire, tout en gardant cependant l'éclat voulu pour rester visible pendant cette période. Une observation personnelle de M. Denning, récente mais répétée à plusieurs reprises, tendrait à établir que cette même période d'extinction correspond à un mouvement notablement plus lent du noyau : remarque qui atténue peut-être l'une des objections faites par MM. Minary et Cornu à la théorie de l'incandescence par frottement.

Quant à la *rapidité* avec laquelle « filent » les météores du grand essaim de novembre, elle reste jusqu'ici, en tant du moins que phénomène relevant de l'observation, un des éléments les plus incertains de tout l'ensemble. Il en va de même des hauteurs d'inflammation et d'extinction, qui forment un sujet d'étude intimement lié avec le précèdent, puisque c'est grâce à elles qu'on détermine le trajet réel, et, en y joignant la durée de visibilité, la vitesse par seconde. Ces hauteurs, on le sait, sont déterminables par un simple calcul de triangulation, absolument comme la hauteur d'un clocher ou celle d'un pic de

montagne, en mesurant deux angles à l'extrémité d'une *base*. Seulement, le clocher ou le pic forment des buts fixes ; l'étoile filante, au contraire, offre aux astronomes un but de nature très différente : il exige des observations synchroniques que sa *soudaineté* et sa *mobilité*, surtout dans le cas des Léonides, rendent difficilement précises.

Sans reparler ici des observations de Brandes et Benzenberg, de Liais et Chacornac sur la base Paris-Orléans, de Secchi, de Newton qui trouva pour les Perséides une hauteur moyenne supérieure à celle des Léonides — rappelons que, dès 1866, un véritable quadrilatère astronomique destiné à la mesure de ces hauteurs, fonctionnait dans les environs de Greenwich. Sa grande diagonale était marquée par les observatoires de Greenwich et de Cambridge, qui diffèrent en longitude de 44'14", en latitude de 5'40" ; sa diagonale accessoire se terminait d'une part à Hawkhurst (observatoire dirigé par M. Herschel), de l'autre, à l'Observatoire Gregg à Manchester. Les stations étaient, d'ailleurs, reliées électriquement (1).

En 1896, en opérant sur les postes conjugués de Slough et de Cardiff, ou sur la base Slough-Bridgwater, on put identifier avec certitude et dans de bonnes conditions 5 Léonides. Les résultats de cette recherche, menée avec toute l'exactitude dont pareille détermination est aujourd'hui susceptible, sont consignés dans le tableau suivant : les chiffres y représentent des milles anglais (1609^{m}) :

N°	HAUTEUR D'INFLAMMATION	HAUTEUR D'EXTINCTION	CHEMIN PARCOURU	VITESSE
1	95	51	85	63
2	85	49	70	46
3	92	55	60	—
4	100	71	33	33
5	75	50	29	58

(1) REV. SCIENTIFIQUE, 1867, p. 360. — Manchester est une localité du K qu'on ne confondra pas avec sa célèbre homonyme du Lancashire.

La hauteur moyenne trouvée pour le point d'apparition est donc de 89 milles, celle du point d'extinction de 51 milles. La partie visible de la trajectoire est de 55 milles et la vitesse moyenne de 50 milles par seconde. Cette dernière valeur se trouve certainement en excès sur la vitesse vraie ; ce qui tient à l'extrême difficulté avec laquelle s'apprécie la durée de visibilité, durée inférieure à une seconde pour la plupart des Léonides. Quiconque a passé une nuit de novembre à observer ces flèches insaisissables qui divergent autour de la faucille arquée, du *sickle*, n'y contredira pas.

Une solution plus satisfaisante est-elle possible ? Peut-on, notamment, compter sur la photographie ? Nous le croyons, et, à cet égard comme à beaucoup d'autres, nous avons foi dans la sensibilité croissante des émulsions. Théoriquement, la difficulté du problème est nulle : un dispositif relativement simple étant suffisant pour transformer la pellicule impressionnable en *recorder* chronophotographique. Pratiquement, nous n'en sommes pas encore là. — Un progrès appréciable d'un autre genre, mais visant ce même but, semble avoir été réalisé l'an dernier dans la voie de l'observation « comparative ». M. Céraski, directeur de l'Observatoire de Moscou, a imaginé à cet effet un appareil composé de deux parties : d'un grand carreau de verre placé devant l'opérateur, carreau à travers lequel il regarde le ciel étoilé, et d'un pendule très court auquel est ajoutée une tige amplificatrice, longue, légère et portant à son extrémité une minuscule lampe électrique. Si l'on fait faire une oscillation au pendule, l'observateur verra *par réflexion* l'image de la lampe se mouvant parmi les étoiles *vues par transparence*. « En modifiant convenablement les parties de l'appareil, en faisant usage de diaphragmes pour masquer en partie la trajectoire de la lampe, et en variant l'amplitude du pendule, on peut arriver à ce qu'une étoile filante et la lampe

en mouvement, se présentent comme deux phénomènes très analogues sous tous les rapports (1). »

Les essais ont donné des résultats satisfaisants, plus concordants que ne devait le faire supposer une expérimentation aussi délicate où le succès dépend en majeure partie de l'habileté de l'astronome. « C'est un des cas, remarque avec raison M. Céraski, où le sentiment d'égalité de deux phénomènes tient presque lieu de mesure » — et c'est précisément dans la substitution du premier de ces éléments au second que consiste le progrès réalisé. A vrai dire, les essais ci-dessus ont porté sur les *Perséides* dont la vitesse angulaire, on le sait, est bien réduite en comparaison de celle des Léonides ; mais le principe semble susceptible de se voir appliquer même aux rapides météores de novembre.

Nous n'en finirions pas, si à ces quelques sujets d'étude, la plupart directement relatifs à l'essaim qui nous occupe, nous voulions joindre des questions moins circonscrites, ou ayant trait aux filantes en général : questions qu'il a bien fallu toucher çà et là dans ce qui précède, mais que nous avons tâché d'écarter quand notre sujet le permettait. Nous laisserons donc absolument dans l'ombre, des problèmes plus étendus, comme la relation *entre les aurores boréales et les étoiles filantes*, ou comme l'étude *constitutive* de ces dernières. Sont-elles solides, sont-elles gazeuses ?... On interroge tout ce qui peut être interrogé, on braque sur les radiants des batteries de *prismatic cameras* ou de spectroscopes à vision directe... et finalement on hésite, on ignore, tout en confessant le dogme de l'identité de nature entre les filantes et les comètes, ou plutôt à cause de cette identité même. Tant et si bien que toute la question semble tenir dans ce résumé qu'en donnait, il y a dix ans, le P. Carbonnelle : « Si l'on a de

(1) Céraski, BULL. ASTR., juin 1899.

bonnes raisons pour les supposer gazeuses, on en a d'aussi bonnes pour les supposer solides. » — Et quant à leurs relations avec les aurores boréales, indiquées déjà par d'Arrest et Quetelet, elles ont été étudiées en 1886 par M. Zenger, dans une note présentée à l'Académie des Sciences de Paris. Mais, la même année et, qui plus est, partant de la même base d'opération (le catalogue d'aurores boréales publié par Rubenson), M. E. Lagrange, l'un de nos astronomes belges qui ont davantage cultivé l'astronomie météorique, se trouvait amené à conclure dans un sens complètement opposé.

Avant de terminer, jetons un coup d'œil d'ensemble sur les tentatives faites en novembre dernier pour organiser les observations d'une façon plus complète et surtout pour en assurer le succès, le cas échéant. C'est là réellement un signe des temps. Il y a un demi-siècle à peine, une pluie météorique passait encore pour une simple curiosité : au point de vue de l'intérêt, elle valait, ou peu s'en faut, ce que vaut une soirée pyrotechnique artistement préparée et heureusement réussie. On s'y plaisait, on admirait fontaines de feu et cascades d'étincelles : et bien malavisé qui eût proposé le dénombrement des gerbes d'artifice ou des fusées du bouquet. Aujourd'hui, tout cela a changé : dans les principaux observatoires, Greenwich, Paris, Nice, Lick, Chicago, des équipes entières de travailleurs se distribuent un programme minutieusement étudié par avance ; même des missions scientifiques s'en vont fonder des postes d'observation en pays lointain, décernant par le fait aux grandes averses d'étoiles filantes les honneurs réservés jusqu'ici aux passages de Vénus et aux éclipses totales : c'est ainsi qu'un groupe d'astronomes, sous la direction de M. Auwers, s'en est allé attendre l'apparition de novembre dans les régions centrales de l'Hindoustan, à Delhi. De tous côtés, mais plus particulièrement en Angleterre, en Italie et en Belgique, les sociétés astrono-

miques prennent à tâche d'organiser les observations collectives d'étoiles filantes. Une place d'honneur revient ici à la *Société Belge d'Astronomie*, qui, nos lecteurs le savent, a depuis sa fondation donné à ces études une impulsion vigoureuse et soutenue (1).

Il y a plus. Sur l'initiative éclairée et persévérante du savant et très distingué directeur de l'Observatoire de Meudon, M. J. Janssen, une voie à peu près inexplorée s'ouvrait récemment à l'astronomie météorique, par l'emploi trop longtemps négligé des ballons. A Paris, à Strasbourg, à Poulkowo, des groupes d'observateurs s'affranchissaient des caprices de l'atmosphère en allant observer au-dessus des nuages.

Deux ballons avaient, en novembre dernier, été mis à la disposition de M. Janssen : l'*Aéro-Club* et le *Centaure*, et chacun emportait, outre l'aéronaute, deux observateurs exercés. Comme l'avait déjà constaté en 1898 M. Hansky, à peine arrivés à deux cents mètres de hauteur, leurs passagers dominaient le brouillard et jouissaient d'un ciel d'une pureté absolue. L'ascension de l'*Aéro-Club* surtout a démontré, une fois de plus, tout le parti que l'astronomie pouvait se promettre d'une pareille ressource ; car, tandis qu'à l'Observatoire de Paris on apercevait quelques rares Léonides seulement, MM. Tikhoff et Lespiau, à mille mètres tout au plus, en enregistraient facilement une centaine dont quarante de première grandeur.

Malgré ces promesses, le recours aux observatoires aériens semble s'être heurté jusqu'ici à une opposition systématique. On ne s'en étonnera pas : c'est là le sort de toute innovation utile qui a le malheur de rompre en visière aux procédés de routine. La sphère même du ballon, disait-on, doit dérober à l'observateur une large portion de la voûte céleste ; à quoi les tenants de l'aéronautique

(1) On lira avec intérêt à ce sujet le *Premier coup d'œil sur les observations des Léonides en 1899* publié dans le BULLETIN de la Société (janv. 1900) par le capitaine Cte Le Maire, secrétaire du Comité des étoiles filantes.

répondent que, d'une part, cette sphéricité de l'aérostat ne s'atteint qu'aux régions culminantes de la trajectoire, et que, de l'autre, un allongement des câbles d'attache en peut atténuer l'effet ; qu'au surplus rien, absolument rien, ne défend l'adoption de formes s'écartant nettement de la sphère traditionnelle, et réduisant à un strict minimum la calotte zénithale soustraite à l'investigation. Ceci, indépendamment de tout recours à des combinaisons optiques faciles à imaginer et permettant l'exploration du zénith par réflexion.

Nous ne ferons que mentionner une autre objection touchant la prétendue incertitude dans laquelle on reste relativement à la position géographique de l'observateur à un instant donné. L'ascension de l'*Aéro-Club* et celle du *Centaure* ont, d'ailleurs, fourni à cette difficulté une réponse aussi simple que péremptoire : des cartes postales affranchies avaient été munies de poids en plomb ; elles portaient l'adresse de l'Observatoire, avec l'invitation aux personnes qui les trouveraient d'inscrire très exactement le lieu où elles auraient été rencontrées. Avant de les laisser tomber, on y inscrivait l'heure précise de l'observation. « Un certain nombre de ces cartes, ajoute M. Janssen, nous ont été retournées : les indications qu'elles contenaient nous ont permis de reconstituer l'itinéraire suivi par les ballons et de connaître les coordonnées des points d'observation et les temps correspondants. Je suis persuadé, conclut l'éminent directeur, que cette méthode si simple permettra de donner une grande précision aux observations faites en ballon. »

Tels sont, esquissés à grands traits, quelques-uns des travaux récents entrepris dans le but d'avancer nos connaissances relatives à l'essaim de novembre. Nous nous contenterons de cet aperçu tout élémentaire.

Quant à notre déception de novembre dernier, à la pluie des 15 et 16, qui n'a fait qu'atteindre la moyenne

annuelle des Léonides, où faut-il chercher la raison de l'anomalie, si anomalie il y a ? Le mouvement rétrograde, calculé par M. Stoney pour l'ovale commun au ruban météorique et à l'écliptique, suffit-il à l'expliquer, et à l'expliquer complètement, c'est-à-dire à motiver à la fois l'absence d'un maximum et l'apparition d'une averse ordinaire ? Nous le croyons ; néanmoins on nous permettra de ne pas entrer ici dans le détail de questions aussi délicates.

Aussi bien la théorie est-elle loin, très loin d'avoir dit son dernier mot. L'échec momentané que viennent d'éprouver les études d'observation va fatalement provoquer une réaction en sens contraire dans le domaine des recherches mathématiques. On repliera les cartes célestes, on rentrera les spectroscopes, on rouvrira les tables de logarithmes ; et il se fera, comme plus d'une fois déjà, que l'absence d'un phénomène attendu se montrera d'une fécondité scientifique plus étendue que sa production régulière, quelque brillante qu'elle eût été d'ailleurs, quelque savamment réglée qu'en eût pu être l'étude.

Nous attendrons le résultat de ces recherches, nous proposant au surplus de tenir les lecteurs de la Revue au courant des conclusions qu'elles amèneraient, dans le cas toutefois où ces conclusions seraient tout ensemble dignes d'intérêt, comme on peut s'y attendre, et susceptibles d'un exposé élémentaire.

R. J.

VARIÉTÉS

I

L'UNIVERSITÉ DE LOUVAIN (1)

On n'est guère habitué à voir signaler dans les pages de la Revue l'apparition d'un livre de luxe, agrémenté de nombreuses phototypies, assez semblable, à première vue, à une refonte des nombreux *Guides* destinés aux amateurs de pittoresque et aux chercheurs d'antiquités. Mais un coup d'œil superficiel engendre souvent un jugement téméraire. Aussi bien la table qui s'étale à la première page dissipe l'illusion et attire l'attention. Qu'on nous permette d'esquisser ici une rapide analyse de ce livre, si plein de choses, malgré ses proportions modestes.

Deux parties le divisent : l'ancienne Université, l'Université moderne. La première, de beaucoup la plus courte, est un aperçu historique d'une valeur toute particulière. En quarante pages à peine, l'auteur a condensé d'abondants détails, leur conservant tout leur intérêt dans sa concision claire et élégante. On apprécie le résumé, net et complet, d'une œuvre de longue haleine ; mais on trouve, et c'est justice, un intérêt bien autre dans la lecture d'une étude d'ensemble, faite de renseignements sûrs et d'idées suivies, au sujet d'une institution dont l'histoire est encore à faire. Nous nous devons cet aveu et l'auteur ne le fait pas sans regrets : notre antique Université, " la première fondée aux Pays-Bas, avec son nom inséparable de l'histoire du développement des connaissances humaines dans nos régions ",

(1) *L'Université de Louvain, coup d'œil sur son histoire et ses institutions*, 1425-1900. Un vol. grand in-8° de 192 pages. Bruxelles, Charles Buelens, 1900.

Université catholique de Louvain. Bibliographie, 1834-1900. Un vol. grand in-8° de 386 pages. Louvain, Charles Peeters, 1900.

notre Université attend encore son historien. " Les historiens nationaux lui consacrent des mentions plus ou moins étendues ; quelques travaux spéciaux ont mis en lumière un côté ou une période de son existence ; mais il n'existe pas encore, lacune fâcheuse, de vraie histoire de l'Université (p. 1). „ On a voulu du moins consacrer quelques pages à notre ancienne Université nationale, " en esquisser quelques traits, en marquer les lignes essentielles, élaborer non point une œuvre d'érudition de première main, mais comme un tableau d'assemblage donnant un rapide aperçu d'après les travaux antérieurs „.

Si modeste que soit l'auteur en se jugeant lui-même, on pressent une œuvre de valeur, et la lecture n'est pas pour nous désappointer. En historien consciencieux, il nous signale avec soin sources et documents ; puis il esquisse à grands traits le plan de son étude historique sur une période près de cinq fois séculaire, chargée de faits, bouleversée par des révolutions, troublée par l'autorité tracassière de maint souverain, au cours des fréquents changements introduits dans le régime politique de nos provinces. Fondation de l'Université, ses privilèges, prospérité, puis troubles du XVIe siècle, le XVIIe siècle et la *Visite* de 1617, organisation générale de l'Université, régime autrichien : telle est la division du travail.

Nous nous abstiendrons de suivre pas à pas l'auteur dans cette étude, trop sommaire elle-même pour être résumée sans dépens de son intégrité. Simplement nous relèverons au passage certains détails plus intéressants et plus caractéristiques.

La fondation d'abord. C'est au XVe siècle, à cette époque de renaissance intellectuelle dont le mouvement, plus tardif dans les pays du Nord, ne laissait pas d'y faire sentir déjà ses premiers effets. Toutefois, on doit le reconnaître, c'est aux traditions médiévales plutôt qu'aux idées nouvelles que se rattachera l'éclosion de notre Université nationale. Éclosion toute spontanée dans le peuple belge. S'il convient d'en faire honneur aux chefs de l'Église et de l'État, on ne doit point étendre outre mesure leur part d'initiative et d'action.

Le duc Jean IV de Brabant, comme le remarque l'auteur, était un assez pauvre sire, et, sans nul doute, on lui avait suggéré un projet dont l'exécution réhabilite quelque peu devant la postérité un souverain de triste mémoire. Quant au pape Martin V, s'il fit aux démarches des fondateurs le plus favorable accueil, il ne faisait que suivre en cela l'exemple de ses devanciers, pleins d'émulation pour l'établissement des centres de haute

culture scientifique. Et puisque nous en sommes à détailler les mérites respectifs, nous devons relever ce mot d'éloge à la bonne ville de Louvain : " Le duc avait songé d'abord à établir l'Université à Bruxelles, mais les autorités de cette ville redoutèrent la turbulence des étudiants. Le magistrat de Louvain, au

Le Pape Adrien VI, Cardinal Adrien d'Utrecht, précepteur de Charles V, Professeur à l'Université de Louvain

contraire, accueillit la perspective avec joie et prit même l'initiative d'une démarche auprès du duc (p. 4). „ A la ville revint encore une part active dans les négociations ouvertes auprès du Saint-Siège ; la requête officielle fut présentée au Pape par Guillaume Neeffs, écolâtre de Saint-Pierre, qui revint de Rome avec le titre de premier Recteur. Au mois d'octobre 1426, les cours s'ouvraient et, cinq ans plus tard, l'organisation se complé-

tait par l'adjonction d'une Faculté de théologie, accordée à la requête des autorités académiques, du prince et de la ville.

Un second paragraphe contient l'exposé court et précis des privilèges de l'ancienne Université. On les connaît généralement et nous pouvons nous dispenser de leur accorder une mention détaillée. L'Université de Louvain constituait une personne morale brabançonne, ayant le caractère de corps ecclésiastique et jouissant de tous les droits constitutionnels des corporations du duché. Ses immunités étaient nombreuses : exemption des ordonnances communales, des impôts et des charges locales ; privautés honorifiques du Recteur ; extension des privilèges aux jeunes gens étrangers qui, venus même de pays ennemis, se soumettaient aux lois universitaires. Et surtout, fait digne de remarque, un Code pénal moins dur et plus rationnel que ne le comportait l'époque : on éprouve une fierté toute légitime à saluer dans le premier centre intellectuel de nos provinces les prodromes bien éloignés encore d'une réforme lente à venir et difficile à établir. Il faut se rappeler, en effet, qu'en plein XVIIIe siècle, c'est-à-dire trois cents ans plus tard, Marie-Thérèse s'efforçait en vain d'introduire dans la législation criminelle quelques améliorations : l'abolition de la torture, de la question et de la marque !

L'histoire de l'Université se poursuit dans les paragraphes suivants. Elle est, du reste, intimement liée à l'histoire générale de nos provinces, enclavées alors dans la vaste monarchie habsbourgeoise et engagées dans des événements qui leur donnaient une notoriété jusque-là peu commune. C'est d'abord la période de splendeur et de prospérité croissante qui correspond au règne de Charles-Quint. Les fondations destinées à procurer au personnel universitaire les ressources matérielles augmentent sans cesse ; l'ouverture de différents collèges contribue pour une large part au développement de l'Institut. Au témoignage de Juste-Lipse, on vit s'élever à sept ou huit mille le nombre des étudiants des nationalités les plus diverses.

La prospérité, malheureusement, ne peut jamais se promettre une longue durée. On sait les troubles religieux et politiques qui remplirent pour la Belgique le règne de Philippe II. Moins qu'aucune autre institution, l'Université devait être épargnée : " pour elle comme pour tout le pays ce fut la lutte et le déchirement des esprits, la perte de la sécurité... Des controverses pénibles surgissaient, les occupations et les charges militaires tarissaient la source de ces revenus qui avaient permis l'essor du

règne précédent (pp. 16 et 17). „ Un coup plus grave encore l'atteignit : ce fut dans les privilèges qu'elle tenait de la longue faveur des souverains. La volonté de fer du duc d'Albe renversait, sans distinction ni ménagement, tous les obstacles vrais ou supposés que rencontrait son action. Soldat esclave de sa consigne bien plus qu'administrateur éclairé, il manquait de ce discernement indispensable dans toute mission délicate et comptait trop sur le triomphe de la force qui abat et qui brise. Aux pernicieux effets des événements politiques, vinrent s'ajouter coup sur coup les ravages de la peste, le lamentable épisode de la furie espagnole, puis, sous l'administration plus intelligente d'Alexandre Farnèse, les obstacles qui paralysaient l'initiative du gouverneur et annihilaient ses louables efforts pour les intérêts de l'Université.

Au XVIIe siècle seulement, on ressent les effets de la bienfaisante restauration ébauchée par Albert et Isabelle, et trop courte, hélas ! pour le bien et la prospérité de notre pays.

Ici se place un événement qui fait époque dans les annales de Louvain. Les archiducs, désireux de remédier à la longue série de maux qui avaient pesé lourdement sur l'Université, décrétèrent une enquête sur l'organisation matérielle et sur celle de l'enseignement. Ce fut une œuvre de plusieurs années, pénible, laborieuse, interrompue par la guerre ; ce fut l'occasion de multiples doléances, sort commun de toutes les enquêtes. Mais à la différence des autres, généralement productrices de plans avortés et de projets impraticables, celle-ci aboutit à un résultat sérieux. La *Visite* — c'est le nom donné tout à la fois à l'enquête et au règlement qui en est sorti — s'acheva en 1617. Elle confirma les anciens privilèges et chercha à assurer la marche régulière de l'enseignement. On y trouve exposés l'organisation scientifique et administrative, les droits respectifs des autorités académiques, le régime de l'enseignement, le mode de collation des grades et des promotions. L'auteur consacre une bonne partie de son étude à cet important document " que l'on peut considérer comme la grande charte académique des deux derniers siècles „ (p. 19).

Cette ingérence gouvernementale n'était peut-être pas sans danger pour l'autonomie universitaire. Dans le présent, la nécessité de relever l'institution affaiblie était assez sensible pour faire admettre sans hésiter une intervention, que d'ailleurs ses résultats immédiats étaient loin de rendre suspecte ; et l'on n'a pu, sans une exagération manifeste, dénoncer la *Visite* comme " une mainmise du principat civil sur l'Université „. Mais dans la suite

le pouvoir, s'autorisant peut-être de ce précédent, fera prévaloir de plus en plus sa tendance absorbante et autoritaire. Inaugurée sans trop d'inconvénients par les archiducs, cette intervention donnera un jour d'autres fruits, bien amers ceux-là. C'est, en un mot, toute l'histoire du XVIIIe siècle pour l'Université constamment aux prises à cette époque avec l'autorité centralisatrice et envahissante de la maison de Habsbourg. D'abord l'autonomie universitaire mécontenta les souverains. Avec les années, ce mécontentement devint de la défiance, et la défiance se traduisit par des mesures rigoureuses destinées à assurer l'observation de la *Visite*, puis par l'établissement d'un commissaire permanent près l'Université. Le but n'apparaissait que trop : on voulait faire de l'enseignement un moyen de propagation des théories absolutistes du pouvoir, transformer Louvain en un Institut administratif. D'une telle situation devaient nécessairement surgir des difficultés et des conflits.

Encore ces premières mesures, toutes émanées du gouvernement de Charles de Lorraine, n'étaient-elles qu'un prélude; l'avènement de Joseph II fut le signal d'une crise plus aiguë. Les ordonnances se succédaient multipliant les droits du souverain sur l'Université. Enfin, à ses réglementations odieuses et ridicules à force de minutie, le despote voulut ajouter un abus plus grave, un empiétement manifeste sur le pouvoir ecclésiastique. Il ne s'agissait de rien moins que de soumettre au pouvoir civil l'enseignement de la théologie, en réunissant à Louvain dans un séminaire général tous les aspirants au sacerdoce, réguliers et séculiers. Cette condition désormais indispensable de l'admission aux ordres sacrés inspirait de légitimes défiances. Aussi bien le choix du personnel enseignant et dirigeant de la nouvelle Faculté laissait trop clairement voir la fin poursuivie : façonner un clergé à la dévotion de l'empereur. Avec ce régime tracassier, c'en était fait du calme et de la prospérité ; du moins l'Université s'honora-t-elle par une résistance héroïque.

La révolution brabançonne lui procura à peine une courte accalmie. Bientôt les crises se précipitent. On connaît les péripéties auxquelles furent soumises les destinées de notre pays, et dès lors l'Université ne devait plus avoir qu'une existence précaire, d'ailleurs de courte durée. Le 25 octobre 1797, une ordonnance du département de la Dyle supprimait l'enseignement de Louvain, trop peu conforme aux principes de la république.

Le point de vue politique, s'il nécessite parfois des développ

ıents plus étendus, est pourtant secondaire dans l'histoire d'une ;niversité. Aux détails scientifiques revient de droit la première place. Ici, malheureusement, surgissait une difficulté : on ne pouvait songer à consacrer aux différentes catégories de nos illustrations une étude complète. D'un côté, l'on risquait " de se perdre dans l'ennui d'une sèche énumération " ; de l'autre il fallait, sous peine de manquer à l'exactitude et à l'impartialité, entrer dans une série de controverses et d'appréciations qui eussent exigé des volumes. Force était, dans ce cadre étroit de

Péristyle du Grand Auditoire. Cour des Ecoles spéciales

quelques pages, de se restreindre à un coup d'œil d'ensemble sur chacune des époques principales. Du reste, les différentes phases se rapportent assez naturellement aux étapes historiques signalées plus haut.

Que la faveur des princes enfante à son gré des savants ou même des génies, c'est une thèse peu soutenable et sans défenseurs sérieux. Mais qu'elle forme, avec d'autres circonstances du reste, un ensemble de conditions propices à l'heureux développement intellectuel d'un pays ; qu'elle fournisse aux hommes supérieurs l'occasion et le moyen de faire valoir leurs dons naturels et leurs connaissances, l'histoire l'a maintes fois démon-

tré. Et tour à tour, nous pourrons voir se manifester à Louvain l'influence de l'administration large et éclairée, de la paix et de la prospérité matérielle, comme aussi l'influence de l'oppression, des déchirements politiques et de l'appauvrissement des ressources.

Au XVIe siècle, avons-nous dit, ce fut la période du développement rapide et sûr. Rien, d'ailleurs, ne manquait pour y contribuer : ni la sollicitude des papes et des princes temporels qui se manifestait par de fréquents témoignages, ni les circonstances de l'époque qui donnaient à l'activité de précieux stimulants. " Louvain ne le cède à aucune Université, sauf à celle de Paris", écrivait Érasme en 1521. Durant les dissensions religieuses que la Réforme faisait surgir dans une foule de nations, du sein de ces Pays-Bas préservés encore d'une contagion pernicieuse, la Faculté de théologie pouvait assumer la tâche du juge, exempt d'amour et de haine pour tout ce que, dans sa loyauté, il ne croit pas être la vérité ou l'erreur. Elle ne faillit point au devoir : durant la lutte, ses services furent hautement appréciés ; au Concile de Trente, elle eut sa place d'honneur et sa participation active.

L'histoire est sincère. Elle doit signaler avec la même impartialité les taches et les gloires. Aussi les faiblesses sont-elles ici avouées en toute franchise, et le nom de Baius est mentionné comme un exemple des défaillances de doctrine. Mais, on ne l'oubliera pas, " les faiblesses individuelles ne suffisent pas à ternir le lustre de tout le corps (p. 16) ".

Nous avons cité comme la plus en vue à cette époque la notoriété de la Faculté de théologie. Pour être complet, il nous faudrait transcrire ici les pages succinctes et nourries que nous avons sous les yeux. Aussi bien l'histoire de la Renaissance et de l'humanisme dans les Pays-Bas, l'histoire des sciences, l'histoire du droit surtout fourniraient matière abondante à une étude qui deviendrait le plus glorieux chapitre d'une histoire complète de Louvain. Une fois encore nous nous associerons aux vœux de l'auteur pour l'apparition d'un monument aussi désirable et aussi désiré.

Hélas ! la question religieuse, après avoir provoqué des controverses savantes et des travaux de valeur, devint aussi pour les Pays-Bas un motif de troubles déplorables. Si, même au sein de cette situation difficile, les leçons se poursuivirent, si des travaux importants s'accomplirent, les bienfaits de la restauration n'en devinrent pas moins nécessaires et furent impatiemment

attendus. Le relèvement se produisit dans une certaine mesure à la suite de la *Visite* et du rétablissement des privilèges. L'enseignement reprit avec succès, les diverses Facultés comptèrent encore des illustrations nombreuses; toutefois on n'y retrouvait plus l'éclat du siècle précédent. Deux Universités voisines, qui enlevaient à celle de Louvain des forces vives, avaient sensiblement diminué son exceptionnelle situation. Reconnaître cette différence entre les deux époques, ce n'est pas décrier la seconde dont on ne peut sans injustice méconnaître la féconde activité. Il en fut de même au XVIIIe siècle, avec cette grande différence toutefois qu'une tache regrettable et d'un genre nouveau vient attrister son histoire. Nous voulons parler de cette notoire complaisance de certains dignitaires et professeurs de l'Université pour les idées absolutistes des souverains; et nous avons dit les pernicieuses conséquences des théories gouvernementales de la période autrichienne.

L'histoire de la nouvelle Université est retracée à son tour avec la même clarté, le même intérêt et, toutes proportions gardées, avec la même sobriété de détails; à mesure que l'on se rapproche des temps actuels, les souvenirs encore vivants imposent une plus grande abondance.

Après le récit de la fondation, vient un aperçu historique sur les développements. Suivant un ordre chronologique bien naturel, nous trouvons, rapportés aux rectorats successifs, les fastes de l'Université contemporaine. Dans cette histoire, on suivra avec un intérêt tout spécial la phase des premières luttes, l'œuvre délicate et difficile du recrutement qui nous montre le premier recteur, Mgr de Ram (1834-1865), appelant de tous les pays voisins des savants dont les noms figureront désormais parmi les illustrations de la Belgique (pp. 57 à 61); l'histoire de l'enseignement supérieur du pays (pp. 67 à 69); les développements et les créations qui complètent sous les différentes régences l'organisation universitaire.

Signalons en particulier l'adjonction à la Faculté des sciences, en 1864, d'une École spéciale du Génie civil, d'industrie et des mines, dont l'organisation fut une des gloires du rectorat de Mgr N.-J. Laforet (1865-1872); la création, en 1878, de l'École supérieure d'agriculture, une des œuvres les plus marquantes du rectorat de Mgr Namèche (1872-1881); l'érection de l'Institut Vésale, avec son amphithéâtre, son musée d'anatomie, ses laboratoires de microscopie; l'inauguration, en 1876, de l'enseigne-

ment de la biologie cellulaire par le chanoine J.-B. Carnoy, transformé et complété en 1885 par l'érection d'un Institut micrographique, sous le rectorat de Mgr C.-J. Pieraerts (1881-1887); l'organisation d'un laboratoire de bactériologie préludant au grand Institut qui vient d'inaugurer ses belles installations (1899); l'ouverture de l'École supérieure de brasserie, en 1889, sous le rectorat de Mgr Abbeloos; la fondation de l'Institut supérieur de Philosophie, de l'École des sciences politiques et sociales, de l'École des sciences commerciales et consulaires, etc.

Institut Philosophique. Entrée et Habitation du Directeur.

De l'histoire nous passons aux institutions universitaires: bibliothèques, écoles scientifiques et techniques, instituts, cours pratiques, musées, laboratoires, collèges et pédagogies, sociétés d'étudiants et d'anciens étudiants, etc. L'avant-propos du livre justifie ce recensement qui achève l'ouvrage et en occupe une ample partie: " Depuis longtemps, les autorités académiques reçoivent de fréquentes demandes de renseignements sur la vie et les établissements de l'Université de Louvain. Répondre à ces demandes est le but pratique de cet écrit. Il a semblé qu'on ne pouvait se borner à une sèche nomenclature des règlements et des institutions. Il est utile de jeter un coup d'œil sur toute l'œuvre accomplie, coup d'œil sommaire, mais cherchant à donner une nette vision d'ensemble. "

L'Université qui se glorifie d'être appelée catholique, doit pré-

senter des garanties pour les intérêts moraux comme pour la formation intellectuelle et scientifique. Aussi trouverons-nous mentionnées à leur place et justement appréciées les sociétés destinées à grouper les étudiants, soit dans un but d'activité sérieuse et utile, soit dans un but de délassement. Puis les œuvres sociales et religieuses : conférences de Saint-Vincent-de-Paul, école d'adultes, sodalités pieuses, œuvres des missions du Congo. Enfin la société des anciens étudiants.

Mais, mieux encore que ce coup d'œil rapide sur les institutions universitaires, la *Bibliographie* atteste éloquemment l'activité scientifique de l'Université de Louvain. Ce volume de près de 400 pages, complétant une publication du même genre faite en 1880, puis en 1887, donne le relevé des travaux du corps professoral depuis la restauration de l'Université, en 1834, jusqu'en 1900. On y trouve l'indication des publications collectives de l'Université, la liste des thèses et dissertations publiées dans les diverses Facultés et Écoles, en vue de l'obtention d'un grade académique ; celle des revues et publications périodiques publiées ou dirigées par des professeurs de l'Université ; celle des publications personnelles des membres de l'Université et des travaux collectifs des groupes universitaires.

Que cette œuvre historique ait été menée à bon terme, nous ne sommes pas les premiers à l'affirmer et, à coup sûr, nous ne serons pas les derniers. Elle fera honneur aux autorités académiques qui l'ont inspirée, comme à l'auteur qui l'a réalisée. Elle sera pour les anciens étudiants de l'*Alma Mater* un précieux souvenir ; pour notre pays, une attestation incontestable des progrès et de la hauteur de notre enseignement ; pour l'Université enfin, une preuve glorieuse de la fécondité intellectuelle et morale de ses œuvres.

A. D.

II

HISTOIRE DE L'ARCHITECTURE (1)

M. Choisy, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées et professeur d'histoire de l'architecture à l'École des Ponts et Chaussées, possède le rare privilège d'être tout à la fois un ingénieur, un archéologue et un épigraphiste de premier ordre, sans compter qu'il est, comme dessinateur, d'une rare habileté. Cette multiple compétence, jointe à une prodigieuse capacité de travail, lui a permis de mener à bien d'importants travaux qui n'auraient même pu être entrepris sans le secours de son savoir encyclopédique. C'est ainsi qu'il est parvenu, le premier, à déchiffrer intégralement diverses inscriptions relatives à des objets d'ordre technique, et qui, faute pour les épigraphistes de profession de pouvoir éclairer le texte à la lumière des principes de l'art de l'ingénieur, étaient, jusqu'à lui, restées à peu près lettre morte. M. Choisy se trouvait donc particulièrement qualifié pour écrire une Histoire de l'art de bâtir, non pas seulement guidée par quelques vagues idées esthétiques, mais solidement fondée sur l'observation scientifique des faits. C'est cette Histoire qu'il vient de nous donner et dont nous voudrions dire ici quelques mots.

Observation " scientifique ", venons-nous de dire, et nous tenons à insister sur ce point. Dans le nombre des auteurs qui ont traité de l'évolution des formes en Architecture, combien s'en est-il trouvé pour faire, à côté de la part qui revient à l'imagination des artistes, celle, beaucoup plus considérable pourtant, qui doit être attribuée à l'influence des méthodes de construction ? Nul, assurément, n'avait, avant M. Choisy, mis ce côté de la question en un tel relief ; nul n'avait su y discerner, comme lui, l'explication des caractères fondamentaux de l'Architecture aux diverses époques et sous les divers climats. La nature des matériaux, jointe à la considération de l'outillage destiné à les mettre en œuvre, voilà ce qui donne, avant tout, l'explication des formes caractéristiques des édifices de tel ou tel pays à telle ou telle époque. Est-ce à dire qu'avant notre auteur on n'ait même point

(1) *Histoire de l'Architecture*, par A. Choisy. 2 vol. in-8o de 642 et 800 pp. ; Paris, Gauthier-Villars, 1899.

soupçonné ce genre de relation ? Non pas, assurément; mais nous pouvons avancer hardiment qu'on était bien loin de l'avoir mis en évidence avec une telle clarté. Avec lui, la considération des progrès de l'outillage s'introduit, en ce qui concerne les âges primitifs de l'Architecture, parmi les éléments de la critique chronologique pour y prendre le premier rang. Aux outillages de silex, puis de bronze, et enfin de fer, correspondent des formes décoratives parfaitement caractéristiques ; telles d'entre elles, irréalisables à l'époque de l'outillage de bronze, entrent dans la pratique, dès que le fer les rend possibles.

La reconstitution des méthodes de construction, tel est donc, avant tout, le souci de notre auteur, qu'il étend d'ailleurs jusqu'aux âges préhistoriques.

A l'aube même de l'art de bâtir, alors que l'homme ne disposait que de simples instruments de silex, nous le voyons transporter et dresser des monolithes d'une masse énorme qui, restés debout jusqu'à nous, portent témoignage de manœuvres prodigieuses accomplies par les moyens les plus rudimentaires. De telles manœuvres soulèvent un problème de mécanique pratique qui s'impose à notre curiosité, et auquel un ingénieur comme M. Choisy ne pouvait manquer de s'attacher. La solution qu'il nous en donne est d'une telle simplicité qu'on ne saurait douter, bien qu'il ne la formule qu'à titre d'hypothèse, qu'elle ne soit la vérité même; et ce n'est pas, pour le lecteur, un mince attrait que de la rencontrer dès le seuil du livre. Dans cette solution, le transport se trouve ramené à une opération de soulèvement progressif des blocs à l'aide d'une série continue de leviers, soulèvement qui est suivi d'un glissement sur plan incliné ; quant au dressage, il s'explique par l'élévation de la pierre au sommet d'un massif de terrassement, suivie d'un pivotement obtenu par l'affouillement du massif. Tel serait, en particulier, d'après M. Choisy, le mode de dressage des obélisques égyptiens. On doit lui faire honneur d'avoir saisi non seulement le principe de la méthode, mais même les détails d'exécution qu'il retrouve notamment dans la trace de l'emploi des sacs à sable pour amener définitivement le monolithe sur son socle.

En un tel ordre d'idées, ce qui est simplement vraisemblable a bien des chances de se confondre avec ce qui est vrai, et cette qualité ne saurait être refusée à la solution si naturelle, si conforme au bon sens, que nous apporte le savant ingénieur.

« L'opération, fait-il justement remarquer, n'exige ni mécanisme ni cordages. Elle est lente, mais on sait combien le temps

nous voyons s'introduire, à la place de la structure par plates-bandes, une structure nouvelle où la voûte est l'élément dominant ; mais ici intervient le cintrage. Est-ce là un pas en arrière? Il faut plutôt y voir un élément de simplification permettant, une fois le cintre exécuté, d'élever la voûte comme un massif stratifié dont l'exécution n'exige que des manœuvres. Mais ici même apparaît la tendance à simplifier le cintrage ; le support temporaire de la voûte n'en subit pas le poids ; il soutient seulement une armature légère en briques qui se substitue à la charpente temporaire pour recevoir la charge du massif auquel elle reste incorporée.

Ce mode de bâtisse artificiellement monolithe ne convenait qu'à la toute-puissance romaine. Les héritiers de la Rome impériale, les Byzantins, reviennent au mode d'exécution des voûtes sans cintrage; leurs procédés dérivent moins de ceux du Haut-Empire que de ceux de la Perse antique.

Pour la période du Moyen Age, en Occident, M. Choisy déclare n'avoir eu, au point de vue des méthodes, que peu de faits nouveaux à mettre en lumière, les remarquables articles du Dictionnaire de Viollet-le-Duc contenant la solution de presque tous les problèmes. Mais il a le mérite d'avoir coordonné le détail des procédés dans une histoire méthodique qui en fait admirablement ressortir l'enchaînement.

Arrivé à la période de la Renaissance, l'auteur se trouvait en face de méthodes qui ne diffèrent que par des nuances de celles qui se pratiquent de nos jours. Pourtant, là encore, son esprit d'observation et sa savante critique ont trouvé à s'exercer pour mettre en lumière la part des traditions gothiques qui se sont conservées dans les méthodes de notre Renaissance française, et l'influence de ces traditions sur les formes qui distinguent cette Renaissance de celle de l'Italie.

Au surplus, cette influence des procédés de la structure sur la détermination des formes est l'objet de la constante préoccupation de l'auteur, qui lui demande l'explication rationnelle d'une foule de particularités qu'on a été, jusqu'à lui, trop porté à considérer comme de purs caprices. Pour ne citer qu'un exemple saillant, l'aspect des angles relevés des toitures chinoises trouve, d'après M. Choisy, tout naturellement son origine dans un fait de construction fort simple : l'ancienne architecture chinoise reposait sur des assemblages par ligatures qui ne permettaient point d'établir dans un plan les maîtresses pièces sur lesquelles repose le chevronnage ; dès lors, ce chevronnage constitue nécessaire-

ment une surface gauche. De même, dans l'architecture byzantine, le profil étrange de quelques voûtes d'arêtes surhaussées tient simplement, comme le montre l'auteur, à la façon dont les maçons ont disposé les fils directeurs qui leur permettaient de travailler dans le vide.

D'ailleurs, à côté de ces formes logiques, M. Choisy ne néglige pas de faire la part des traditions et des survivances : l'art grec, comme on le rappelait plus haut, a emprunté, dans ses édifices de pierre, des détails à la construction des charpentes. En étudiant l'art hindou, l'auteur a pu suivre, dans les monuments taillés dans le roc, la tradition et la trace d'un antique système de construction par fermes courbes en charpente. Il est curieux de constater avec lui que, seule peut-être, notre architecture du Moyen Age sut échapper à ces compromis et n'admettre dans ses formes que la franche expression d'une structure méthodique et raisonnée.

A la question générale des formes se lie très étroitement celle des proportions : dans toutes les architectures, M. Choisy s'est attaché à l'analyse du système des proportions, et cette étude l'a conduit à reconnaître que partout ce système résulte soit de rapports simples établis entre les divers membres de l'ordonnance, soit de la subordination des tracés à une loi géométrique simple. L'origine des rapports simples doit être attribuée, d'après lui, dans les architectures primitives, à l'emploi de la brique, la dimension de la brique constituant entre les diverses parties une commune mesure, un " module " obligé. Dans les architectures à matériaux de pierres, elle résulte de la convenance pratique de coter toutes les dimensions en chiffres simples.

Envisageant le détail des applications, l'auteur note l'intervention signalée par Aurès de quelques préjugés des anciens au sujet des nombres : la préférence pour les nombres impairs ou pour les nombres carrés (sommes des nombres impairs successifs), et jusqu'à l'exclusion de ce nombre 13, objet d'une superstition bizarre à laquelle on a voulu, à tort, attribuer une origine chrétienne, attendu qu'elle se retrouve dans des pays restés réfractaires au christianisme comme la Perse, où on n'ose pas prononcer le nombre 13.

Mais l'analyse subtile de M. Choisy pénètre encore plus avant dans l'étude des dispositions de détail, nous expliquant jusqu'aux corrections que les architectures savantes apportèrent aux tracés en vue de corriger certaines impressions visuelles, telles que, par exemple, dans l'art grec, la courbure des lignes horizontales

et l'inclinaison des colonnes. Elle nous fait également saisir l'esprit de ces artifices de pittoresque géométrique dont témoignent quelques groupes d'architecture antique et, au plus haut point, l'Acropole d'Athènes.

Il est à peine besoin de dire qu'à la théorie des méthodes l'auteur a joint, pour chaque architecture, la description des principaux types de monuments : en particulier, pour l'architecture grecque, le temple ; pour l'architecture gothique, la cathédrale. On voit le temple chez les Grecs, chez nous la cathédrale commencer par être le monument de la Cité : le portique du temple grec disposé pour servir au besoin aux réunions civiles, la nef de la cathédrale ouverte aux fêtes populaires. Puis la division s'établit entre les services ; le culte s'isole, dans le temple grec par la réduction des portiques, dans la cathédrale par la clôture du chœur.

L'auteur insiste sur quelques détails importants concernant les temples grecs : la disposition des escaliers qui desservent les nefs hautes de la *cella;* l'utilisation des combles comme sacraires; l'absence générale d'éclairage direct.

Pour les cathédrales, il suit avec soin et méthode la transformation de leur tracé, précisant le rôle des galeries hautes qui n'existent qu'au temps des grands pèlerinages et des croisades, et semblent répondre à ce besoin qui se manifeste encore aujourd'hui chez les populations musulmanes de trouver, dans le lieu saint, un emplacement où les absents puissent déposer leurs trésors. Il ne s'attache pas moins aux transformations de leur structure, mettant bien nettement en évidence les formes successives de la voûte et les modifications qui en résultent pour les combinaisons d'équilibre.

A côté de l'architecture religieuse, l'auteur fait une place importante à l'architecture militaire, dégageant les caractères qui distinguent la défense antérieurement à l'artillerie à feu. Notons, en passant, le soin qu'il met à ramener à ce qu'il y a de vraiment authentique le détail de ces accessoires temporaires de la défense qui ont été généralement décrits sous le nom de " hourds ".

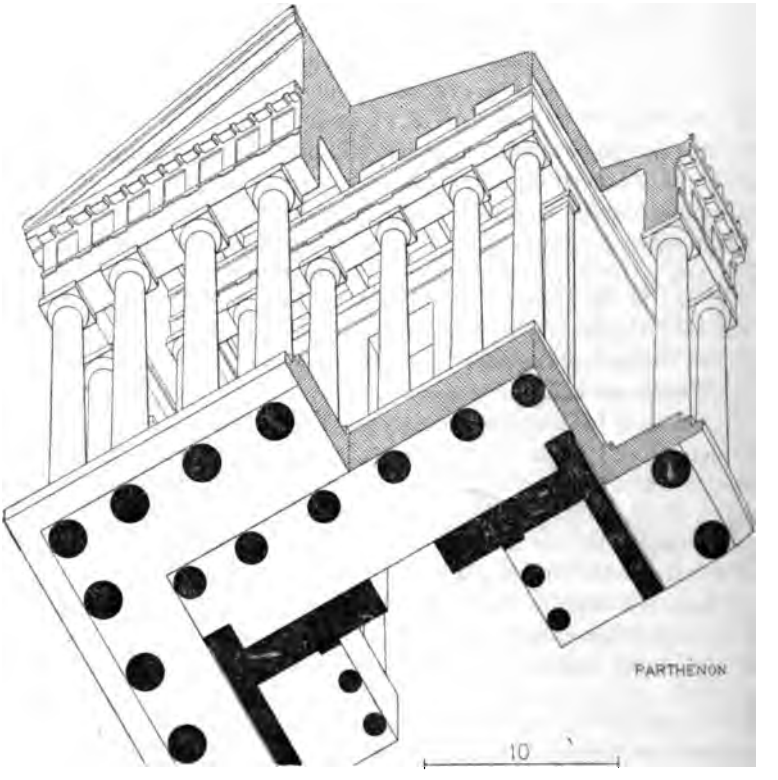
Au XVIIe siècle, l'architecture civile se transforme en même temps que les mœurs, et l'auteur fait bien saisir comment les distributions en enfilade, si justement condamnées depuis lors, répondaient aux exigences de l'étiquette pompeuse qui présidait alors aux relations sociales.

Enfin, M. Choisy aborde pour chaque architecture la question des origines dont elle dérive. Cette étude n'est autre chose qu'une

ıalyse des courants mêmes de la civilisation. L'auteur les rend sément saisissables par des cartes sur lesquelles ces courants ›néraux sont tracés. Une de ces cartes montre les traînées influences, issues de l'Égypte et de la Chaldée, qui se répandent ır le littoral de la Méditerranée et donnent naissance aux chitectures préhelléniques. Une autre indique la répartition des pes de l'ordre grec entre les contrées où prédominent respecvement les éléments dorien et ionien. Un diagramme explique s attaches probables entre les arts de l'Asie et l'art du Nouveau onde. Pour le Moyen Age, deux cartes mettent en évidence le u des influences qui relient à l'Asie notre art roman, puis l'art ›thique à l'art roman. La carte des origines de l'art roman est ırticulièrement suggestive. Nous y distinguons deux traînées influences asiatiques, dont l'une a son point de départ dans Orient chrétien, l'autre dans l'Orient musulman. Toutes deux ›nt de la Méditerranée à l'Océan, l'une par la vallée de la aronne, l'autre par celles du Rhône et de la Loire. A chacune elles répondent des monuments romans d'un caractère distinct. ient enfin un courant émané de la Perse et qui traverse l'Armée, remonte les fleuves tributaires de la mer Noire, et, continué idemment par les Northmans, qui s'approvisionnaient aux archés asiatiques de l'Europe du Nord, s'étend jusque sur nos tes. Il est remarquable, en effet, que, sur les côtes où s'effectua descente de ces tribus conquérantes, on distingue dans les onuments des copies d'objets de provenance asiatique.

Les notes rapides que l'on vient de lire et qui ne sauraient étendre à faire naître une idée complète de l'œuvre magistrale M. Choisy auront pu, tout au moins, fournir une indication nérale sur ses caractères fondamentaux : examen de l'influence s procédés de construction sur les formes architecturales ; ıalyse rationnelle des formes et des proportions ; étude des riations de tracé et de structure des monuments ; éclaircissement des questions d'origine. Ce qui la distingue, avant tout, s ouvrages analogues, c'est l'esprit scientifique qui a présidé son élaboration et qui tient à la formation intellectuelle de auteur. On le retrouve non seulement dans la façon dont les roblèmes que soulève le sujet sont posés et résolus, mais encore lans l'ordre méthodique suivi pour le groupement des matières, lans le style sobre, élégant et précis qui enveloppe la pensée de l'auteur, et jusque dans le procédé original suivant lequel ont été exécutées les figures, dues au tire-ligne de M. Choisy lui-même. Ces figures ne sont autres, en effet, que des perspectives axono-

métriques dont le principal avantage est, comme on sait, de fournir, au moyen d'un seul dessin, toutes les dimensions en longueur, largeur et hauteur de l'édifice représenté. Réductions d'épures exécutées à grande échelle, ces figures présentent jusque dans leurs moindres détails une admirable précision, et,



pour qui sait voir, elles dégagent avec plus de netteté qu'aucun autre mode de représentation la structure des ouvrages qu'elles ont pour but de nous faire connaître. A titre d'exemple, nous donnons ici la reproduction d'une de ces figures.

L'œuvre de M. Choisy n'est pas seulement de celles qui, dès leur apparition, s'imposent au public intelligent et éclairé ; elle est de celles qui resteront.

M. D'OCAGNE.

BIBLIOGRAPHIE

I

LEÇONS NOUVELLES SUR LES APPLICATIONS GÉOMÉTRIQUES DU CALCUL DIFFÉRENTIEL, par W. DE TANNENBERG, Professeur à l'Université de Bordeaux. 1 vol. in-8° de 192 p. — Paris, Hermann, 1899.

Les applications géométriques de l'analyse, outre leur intérêt propre qui est considérable, ont l'avantage de rendre plus aisément assimilables les principes abstraits de la science par la forme concrète qu'elles font prendre à ses symboles. La tendance est aujourd'hui de leur faire une place de plus en plus grande dans l'enseignement supérieur, sous l'influence notamment du Traité magistral de M. Darboux, qui a mis ce genre d'étude tout à fait en honneur. A l'exemple de plusieurs autres maîtres, M. W. de Tannenberg vient à son tour de publier les leçons qu'il consacre à cet objet devant les étudiants de l'Université de Bordeaux. Ainsi qu'on devait s'y attendre de la part du savant professeur, ces leçons portent un cachet d'originalité propre qui se manifeste jusque dans le plan adopté pour la division des matières. L'auteur sépare avec soin ce qui a trait aux propriétés *descriptives* de ce qui touche aux propriétés *métriques* des courbes et des surfaces. Les deux premières parties sont consacrées aux unes pour les courbes d'abord, pour les surfaces ensuite ; aux autres se réfèrent les trois dernières parties, en ce qui concerne respectivement les courbes, les surfaces réglées et les surfaces quelconques.

Certes, les divers sujets abordés n'ont, dans leur ensemble, rien que de très classique ; mais ils se trouvent, sur plusieurs points, renouvelés en quelque sorte par la méthode facile et élégante de l'auteur par laquelle il est conduit, d'ailleurs, à

divers résultats dignes de l'intérêt des géomètres. Nous citerons, à ce propos, les importantes formules relatives à la variation d'un segment de droite dans l'espace (3e Partie, ch. II).

Afin de donner une idée du contenu de l'ouvrage, nous indiquerons sommairement la matière des diverses parties qui le composent.

La première, après les propriétés fondamentales de la tangente et du plan osculateur, s'étend sur la notion d'enveloppe d'une famille de courbes.

Cette notion d'enveloppe, envisagée cette fois par rapport aux surfaces, est étudiée dans la deuxième Partie, en même temps que les systèmes de droites à un, deux ou trois paramètres (surfaces gauches ; congruences ; complexes) dont la considération s'impose aujourd'hui dans le domaine de la Géométrie infinitésimale. L'ensemble qui précède constitue la partie descriptive de l'étude exposée par l'auteur, celle dans laquelle n'intervient pas l'élément linéaire.

La considération de cet élément, dont le rôle est primordial dans la Géométrie moderne, s'introduit dans la troisième Partie à propos des propriétés métriques des courbes, où il intervient, en premier lieu, dans les notions de courbure et de torsion. On rencontre là, parmi les applications des formules fondamentales, les résultats nouveaux que nous avons signalés plus haut.

Les surfaces gauches, y compris le cas particulier des surfaces développables, sont envisagées dans la quatrième Partie.

La cinquième, la plus importante en tant qu'introduction à l'étude de la Géométrie supérieure, embrasse les notions fondamentales relatives aux surfaces quelconques envisagées à ce qu'on peut appeler le point de vue de Gauss, c'est-à-dire en se fondant sur la considération des fonctions caractéristiques qui se rattachent à l'élément linéaire en un point de la surface. C'est par cette méthode que se trouve développée, avec d'intéressantes applications, la théorie des diverses catégories de lignes (lignes asymptotiques ; lignes conjuguées ; lignes de courbure ; lignes géodésiques) au moyen desquelles a été édifiée la Géométrie des surfaces.

A titre d'observation générale, nous signalerons l'emploi permanent des représentations paramétriques auxquelles a recours l'auteur d'un bout à l'autre de son ouvrage, et qui a l'avantage d'une parfaite symétrie dans les calculs, sans qu'il en résulte le moindre alourdissement. Une telle manière de faire présente encore, au point de vue de la philosophie de la science, l'intérêt

de rattacher logiquement la Cinématique à la pure Géométrie. La Cinématique n'est autre, en effet, que la Géométrie des courbes, développée au moyen d'une représentation paramétrique dans laquelle on donne simplement au paramètre un nom particulier : le *temps*. Une telle manière d'envisager les choses semble, au premier abord, exclusive de la distinction, consacrée par l'usage, de la Cinématique proprement dite et de ce qu'on est convenu d'appeler la Géométrie cinématique. Nous ne pouvons, à cet égard, que répéter ce que nous avons déjà eu occasion de dire ailleurs (GÉNIE CIVIL, t. XXX, p. 304) : Suivant que, dans l'étude d'une figure variable dépendant d'un paramètre arbitraire, on introduit une représentation géométrique des dérivées de divers éléments de cette figure prises par rapport à ce paramètre, ou qu'on se contente d'envisager les rapports mutuels des différentielles de ces éléments, sans faire intervenir explicitement les accroissements du paramètre variable, on se place sur le terrain de ce que, dans le langage courant, on appelle soit la Cinématique, soit la Géométrie cinématique.

Pour en revenir au livre de M. Tannenberg, félicitons l'auteur d'avoir su y donner aux éléments de la Géométrie infinitésimale des courbes et des surfaces une forme didactique si élégante, et encourageons ceux qui débutent dans l'étude de cette branche des Mathématiques à y puiser les principes qui leur sont nécessaires pour aborder la lecture des Traités magistraux.

M. D'OCAGNE.

II

P. MANSION, professeur à l'Université de Gand, membre de l'Académie royale de Belgique. I. INTRODUCTION A LA THÉORIE DES DÉTERMINANTS, avec de nombreux exercices, à l'usage des établissements d'instruction moyenne. Troisième édition. Un vol. in-8° de 40 pages. — Gand, Hoste, 1899. Prix : fr. 1,00.

II. EINLEITUNG IN DIE THEORIE DER DETERMINANTEN FÜR GYMNASIEN UND REALSCHULEN. Un vol. in-8° de 40 pages. — Leipzig, Teubner, 1899. Mark 1,00.

III ÉLÉMENTS DE LA THÉORIE DES DÉTERMINANTS, avec de nombreux exercices. Sixième édition, revue et augmentée. Un vol. in-8° de IV-91 pages. — Paris, Gauthier-Villars, 1900. Fr. 3,00.

IV. Elemente der Theorie der Determinanten. Dritte vermehrte Auflage. Un vol. in-8° de 102 pages. — Leipzig, Teubner, 1899. Mark 2,60.

I. Dans les deux premiers de ces opuscules, l'auteur expose les propriétés fondamentales des déterminants à deux ou à trois lignes, la théorie des équations linéaires à deux ou à trois inconnues (élimination, résolution, discussion) et celle de l'élimination entre deux équations dont le degré est au plus égal à trois.

Toutes les démonstrations, sauf celles des propriétés II et III (changement des lignes en colonnes, échange de deux lignes), s'étendent sans peine aux déterminants à n lignes, aux équations linéaires à n inconnues et à la théorie de l'élimination entre deux équations de degré quelconque.

Le lecteur qui, après avoir étudié cette *Introduction*, désire pénétrer plus avant dans la théorie des déterminants, n'a donc plus guère qu'à apprendre la démonstration générale des deux propriétés dont il vient d'être question et un théorème de Cramer et Bézout, relatif aux permutations, sur lequel elle repose.

Il trouvera cette démonstration, avec tous les développements désirables, dans les *Éléments de la Théorie des Déterminants*. Mais l'auteur donne, dans les présents opuscules, en appendice, une esquisse du théorème de Cramer et Bézout, en même temps que la définition d'un déterminant de seize éléments. Il y fait connaître aussi une méthode de Grassmann, subtile en apparence, mais très simple au fond, qui permet d'étudier assez aisément les déterminants d'ordre quelconque.

Sommaire. Chapitre I. Définitions et propriétés fondamentales. I. *Définitions*. 1. Déterminant de quatre éléments. 2. Déterminant de neuf éléments. 3. Relations entre les déterminants de quatre et de neuf éléments. II. *Propriétés des déterminants*. 4. I. Multiplication par une constante. 5. II. Changement des colonnes en lignes et des lignes en colonnes. 6. III. Échange des lignes entre elles. 7. IV. Déterminants ayant deux lignes identiques.

Chapitre II. Calcul des déterminants. I. *Propriétés des mineurs*. 8. Définition. 9. Propriétés des mineurs. II. *Principe de l'addition des lignes*. 10. V. Addition des lignes ou des colonnes. 11. Résumé sur le calcul des déterminants. III. *Sommes et produits de déterminants*. 12. VI. Somme de déterminants. 13. VII. Produit de déterminants.

Chapitre III. Applications I. *Système de deux équations linéaires*. 14. Élimination d'une inconnue entre deux équations linéaires. 15. Résolution de deux équations linéaires. Cas général. 16. Cas particuliers. II. *Système de trois équations linéaires*. 17. Élimination de deux incon-

nues entre trois équations linéaires. Première propriété des déterminants nuls. 18. Résolution de trois équations linéaires. Cas général. 19. Cas particulier. 20. Seconde propriété des déterminants nuls.

III. *Équations de degré supérieur.* 21. Résultante d'une équation quadratique et de deux équations linéaires. 22. Méthode de Tchirnhausen pour résoudre une équation cubique. 23. Méthode d'élimination de Cauchy.

APPENDICE. DÉFINITION D'UN DÉTERMINANT DE SEIZE ÉLÉMENTS. 24. Définition au moyen des inversions. 25. Définition au moyen des produits symboliques.

II. Dans la nouvelle édition des *Éléments de la Théorie des déterminants* qui, comme l'*Introduction*, paraît à la fois en français et en allemand, l'auteur a introduit diverses améliorations de détail dont les unes se trouvent déjà dans la quatrième édition (troisième édition française), ou dans la cinquième (seconde édition allemande). En outre, il donne, en appendice, quarante exercices supplémentaires. Mais, à part cela, le plan des *Éléments* est resté le même.

Comme dans les précédentes éditions, il y a, en tête du livre, un chapitre préliminaire à l'usage des commençants, où les premières propriétés et les premières applications des déterminants à deux ou à trois lignes sont exposées d'une manière extrêmement élémentaire. Ce chapitre est extrait de l'*Introduction à la théorie des déterminants*, analysée plus haut.

Le grand texte des deux premiers chapitres de l'ouvrage est consacré à la définition et aux propriétés fondamentales des déterminants *généraux*.

Dans la définition, la question du signe de chaque terme est traitée de manière à ce qu'elle puisse s'appliquer sans modification aux déterminants cubiques ou même à un nombre quelconque d'indices.

Les propriétés fondamentales considérées ont été classées dans un ordre strictement logique et sont au nombre de *douze* seulement : sept sont relatives à des déterminants quelconques, deux à ces déterminants et à leurs mineurs, trois aux déterminants nuls et à leurs mineurs.

Les exercices des deux premiers chapitres et de l'appendice sont imprimés en petit texte. On y fait connaître : 1° Divers théorèmes généraux moins élémentaires que ceux du grand texte (théorèmes de Laplace, de Muir, de Kronecker, etc.) ; 2° les définitions et les propriétés de la plupart des déterminants *spéciaux* remarquables : circulant, continuant, déterminant adjoint, gauche, symétrique, symétrique gauche, persymétrique, cyclosymétrique, etc.

Le troisième chapitre est consacré à la résolution des équations linéaires, à l'élimination entre des équations linéaires (d'après Rouché) et enfin à l'élimination entre deux équations algébriques quelconques. L'exposition de la méthode dialytique, qui est basée sur un théorème de Falk, est plus simple, plus complète ou plus rigoureuse que celle de la plupart des traités d'algèbre. En appendice, on trouve le principe fondamental sous une autre forme, indépendante du théorème : *toute équation algébrique a une racine ;* et aussi l'esquisse de la méthode de Grassmann dont il est question plus haut.

SOMMAIRE. Introduction.— I. DÉTERMINANTS A DEUX LIGNES. SYSTÈME DE DEUX ÉQUATIONS LINÉAIRES. — 1. Déterminant de quatre éléments. 2. Élimination d'une inconnue entre deux équations linéaires. 3. Résolution de deux équations linéaires. 4. Équations homogènes. II. DÉTERMINANTS A TROIS LIGNES. — 5. Déterminant de neuf éléments. 6. Relation avec les déterminants de quatre éléments. III. PROPRIÉTÉS DES DÉTERMINANTS. — 7. *Propriété* I. Multiplication par une constante. 8. *Propriété* II. Changement des lignes en colonnes. 9. *Propriété* III. Échange des lignes ou colonnes. 10. *Propriété* IV. Déterminant ayant deux lignes identiques. IV. PROPRIÉTÉS DES MINEURS. — 11. Définition. 12. *Propriétés* I, II. V. SYSTÈME DE TROIS ÉQUATIONS LINÉAIRES. — 13. Élimination de deux inconnues entre trois équations linéaires. 14. Résolution de trois équations linéaires. 15. Équations homogènes. VI. PRINCIPE DE L'ADDITION DES LIGNES. 16. *Propriété* V. Addition des lignes et colonnes.

CHAPITRE Ier. DÉFINITIONS ET PROPRIÉTÉS FONDAMENTALES DES DÉTERMINANTS. I. DES PERMUTATIONS D'ÉLÉMENTS A UN SEUL INDICE. — 1. Dérangements. 2. Permutations paires ou impaires. 3. Échange de deux éléments. 4. Permutations circulaires. II. DES PERMUTATIONS DISTINCTES D'ÉLÉMENTS A DEUX INDICES. 5. Définition. 6. Échange de deux lignes ou colonnes. 7. Loi de formation. 8. Échange de deux éléments. Permutations paires ou impaires. Déterminants à un nombre quelconque d'indices (note). III. DÉFINITION DES DÉTERMINANTS. — 9. Définition et notation. IV. PROPRIÉTÉS FONDAMENTALES. — 10. *Propriété* I. Multiplication par une constante. Théorème de Muir. 11. Lemme fondamental. 12. *Propriété* II. Changement des lignes en colonnes. Déterminants gauches symétriques ou non. 13. *Propriété* III. Échanges des lignes ou colonnes. 14. *Propriété* IV. Déterminants ayant deux lignes identiques. Produit des différences de n quantités. Théorèmes de Salmon, E. Lucas, Wolstenholme, Garbieri.

CHAPITRE II. CALCUL DES DÉTERMINANTS. — I. PROPRIÉTÉS DES MINEURS. — 15. Mineurs. Compléments algébriques. Déterminants symétriques. 16. *Propriété* I. 17. Corollaires. Continuants. Théorème de Laplace. 18. *Propriété* II. — II. PRINCIPE DE L'ADDITION DES LIGNES OU COLONNES.— 19. *Propriété* V. Addition des lignes ou colonnes. Déterminants persymétriques, cyclosymétriques, circulants. 20. Propriétés des déterminants nuls ; des déterminants symétriques, gauches ou non ; des déterminants adjoints. III. SOMMES ET PRODUITS DE DÉTERMINANTS.— 21. Notation nouvelle. 22. *Propriété* VI. Somme de déterminants. 23. Résum-

mnémonique des propriétés I, IV, V, VI; déterminants à éléments polynomiaux, 24. *Propriété* VII. Produit de déterminants. 25. Applications : surface du triangle; équation de Laplace. 26. Corollaires. 27. Généralisation. Déterminants incomplets. Identité de Lagrange. Loi des compléments algébriques.

CHAPITRE III. APPLICATIONS.— I. RÉSOLUTION DES ÉQUATIONS LINÉAIRES. — 28. Expressions du premier degré ayant entre elles des relations linéaires. 29. Résolution des équations linéaires. Cas général. Méthode des moindres carrés. Fractions continues. 30. Cas particuliers. Discussion. Propriétés d'un déterminant nul. II. ÉLIMINATION. CAS OU LES ÉQUATIONS SONT LINÉAIRES. — 31. Résultante et éliminant de n équations linéaires. Propriétés des coniques. 32. Applications à des équations non linéaires; résolution des équations du 3e et du 4e degré. III. ÉLIMINATION. CAS DE DEUX ÉQUATIONS DE DEGRÉ QUELCONQUE. — 33. Méthode dialytique. 34. Équations aux racines communes. 35. Méthode de Cauchy. 36. Théorème de Bézout sur l'élimination.

APPENDICE. I. DÉTERMINANT COMME PRODUIT SYMBOLIQUE. II. SUR LA MÉTHODE DIALYTIQUE. III. Exercices divers (1).

III

EXERCICES D'ARITHMÉTIQUE. ÉNONCÉS ET SOLUTIONS par J. FITZ-PATRICK et GEORGES CHEVREL, avec une préface de M. JULES TANNERY. Deuxième édition. Un volume grand in-8° de 680 pages. — Paris, Librairie scientifique A. Hermann, 1900.

C'est en 1893 qu'a paru la première édition de cet important recueil. « Je l'ai parcouru avec un vif intérêt, dit M. J. Tannery dans la préface; on y trouvera un grand nombre de questions sur les diverses parties de l'arithmétique, depuis la numération jusqu'à ces régions qui donnent accès dans la théorie des nombres.

« Toutes ces questions sont intéressantes et beaucoup d'entre elles m'ont paru nouvelles et ingénieuses. On sent que l'auteur a mis une sorte de curiosité passionnée à les réunir. Les solutions sont simples et élégantes. Je crois que ce livre rendra de grands services aux élèves et aux maîtres. »

Cette première édition contient 465 exercices résolus, avec des exposés théoriques, des remarques historiques et des renseignements bibliographiques qui en doublent la valeur. A tout

(1) La présente analyse des écrits de M. Mansion sur la théorie des déterminants est empruntée au *Selbst-Anzeigen* publié par l'auteur dans les MITTHEILUNGEN de Teubner.

cela s'ajoutent, dans la seconde édition, une collection de 500 exercices nouveaux, sans solution, du même genre que les problèmes résolus dans l'ouvrage, et un grand nombre d'exercices d'arithmétique commerciale, distribués en chapitres, précédés de notions d'arithmétique commerciale et d'exercices types résolus. Ces additions ne forment pas moins de 200 pages.

On peut donc distinguer trois parties dans cette seconde édition.

La première, qui reproduit l'édition précédente, est divisée en seize chapitres s'ouvrant chacun par un sommaire théorique.

Les six premiers chapitres ont pour objet la numération, les quatre opérations fondamentales, la divisibilité et les diviseurs communs des nombres entiers. Le chapitre VI se termine par le théorème de Binet et celui de Lamé relatifs au nombre des divisions à effectuer pour trouver le plus grand commun diviseur de deux nombres.

Le chapitre VII est consacré aux nombres premiers. Il développe, en plus de 60 pages, 74 exercices. Citons celui-ci emprunté à Gauss : **Question 141.** — *Si deux nombres sont inférieurs chacun à un nombre premier p, leur produit n'est pas divisible par ce nombre premier.*

On peut se servir de ce théorème pour établir que *tout nombre premier qui divise un produit de deux facteurs, divise l'un des deux facteurs*, et rendre ainsi, comme le remarque l'auteur, la théorie des nombres premiers indépendante de celle du plus grand commun diviseur. C'est, d'ailleurs, la marche suivi par Gauss dans les *Disquisitiones arithmeticæ*. Signalons aus les remarques historiques sur les travaux qu'a provoqués cet affirmation de Fermat : *La formule* $2^m + 1$ *ne renferme que d nombres premiers, quand* $m = 2^n$.

Les trois chapitres suivants sont consacrés aux fractions or naires, aux fractions décimales et aux nombres décimaux, s rapports et aux proportions.

La théorie des différents systèmes de numération fait l'o du chapitre XI ; les carrés et les racines carrées, les cube les racines cubiques, puis les progressions occupent les chapi XII, XIII et XIV.

Voici le sommaire du chapitre XV : " Questions diverses la solution ne dépend pas directement des théories précéde — Problèmes de concours. — Notions sur les nombres fig les nombres triangulaires, quadrangulaires, pentagones, e Aperçu de la théorie des nombres parfaits. „

Le chapitre XVI développe des notions élémentaires sur la théorie des nombres. Il compte plus de 100 pages et 110 questions qui rappellent les noms d'Euler, de Fermat, de Wilson, de Gauss, etc.

Une note de M. A. Matrot intitulée : " Démonstration du théorème de Bachet : *un nombre entier quelconque est la somme de quatre carrés au plus* „ termine la première Partie.

La seconde, entièrement nouvelle, renferme 500 énoncés d'exercices sans solution, distribués en seize chapitres correspondant à ceux de la première partie. Un bon nombre sont originaux et très intéressants, d'autres sont des problèmes de concours. On y a joint quelques notes — additions, simplifications ou corrections — relatives à certains exercices résolus dans la première Partie.

La troisième Partie, *Notions d'arithmétique commerciale et exercices*, renferme six chapitres : le système métrique, les applications diverses des proportions, les questions d'intérêt, d'escompte, de partages proportionnels etc., des notions sur les fonds publics et les opérations de bourse et de banque.

Ces brèves indications suffisent à montrer la richesse et l'intérêt de cet excellent recueil, dont la correction typographique et l'exécution matérielle font, par surcroît, un très bel ouvrage. Le bon accueil fait à la première édition ira certainement au devant de la seconde, appelée à rendre plus de services encore, grâce aux additions qui ont beaucoup augmenté ses ressources.

J. T.

IV

L'Évolution de l'Astronomie chez les Grecs, par J. Thirion, S. J. Un volume petit in-8° de 286 pages. — Bruxelles, Librairie scientifique, Louis Lagaert, 20, rue Impériale, 1900.

Il y a un peu plus d'un siècle, Laplace terminait son *Exposition du Système du Monde*, par un *Précis de l'histoire de l'Astronomie*, écrit avec une compétence sans rivale pour la période qui commence à Newton, mais superficiel, incomplet et tout imprégné des préjugés philosophiques et historiques du XVIIIe siècle dans les chapitres qui se rapportent à l'ancienne astronomie.

Il était réservé à l'érudition patiente et impartiale du XIXe siècle d'apprécier enfin à sa juste valeur l'œuvre des astronomes de l'antiquité et de la Renaissance, qui a rendu possibles, presque inévitables, les découvertes de Galilée, de Kepler, de Newton et de leurs continuateurs.

Boeckh, Deswert, Th. H. Martin, M. P. Tannery et surtout l'éminent astronome de Milan, M. G. Schiaparelli — celui qui a découvert le lien, longtemps mystérieux, qui rattache les étoiles filantes aux comètes — ont peu à peu fait sortir de l'obscurité des vieux textes grecs, les vues ou les systèmes de Pythagore, de Philolaüs, de Platon, d'Eudoxe, d'Héraclide du Pont, d'Aristarque; ils en ont montré l'enchaînement, les transformations successives, lentes ou rapides sous l'influence féconde de l'observation d'une part, de la géométrie d'autre part, transformations qui devaient aboutir dans le cours des siècles aux systèmes de Ptolémée, de Copernic et de Tycho-Brahé.

Malheureusement, les recherches de ces érudits et de ces savants, publiées dans des recueils en général peu consultés par les astronomes et moins encore par la foule des vulgarisateurs, sont restées inconnues même à ceux qui semblaient appelés à en introduire les résultats dans leurs ouvrages.

Il est donc grand temps de mettre à la portée du public savant et de vulgariser, dans le sens élevé de ce mot, les travaux des érudits que nous avons cités plus haut. C'est ce que le R. P. Thirion a fait, avec son talent habituel, dans trois articles publiés en 1898 et 1899, dans la REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES (2e série, t. XV, pp. 5-47, 435-475; t. XVI, pp. 111-158). L'opuscule que nous annonçons est la reproduction, augmentée d'un long appendice, de ces articles si solides et si fortement enchaînés.

Il est divisé en neuf chapitres. I. *Vues pythagoriciennes* : la Terre est immobile au centre de la sphère des étoiles fixes qui tourne autour d'elle tout d'une pièce; la Lune, le Soleil et les planètes sont entraînés dans ce mouvement, mais ont en outre un mouvement propre. — II. *Le système de Philolaüs.* C'est le feu central qui est au centre de l'univers. Autour de lui tournent une planète imaginaire (l'Antiterre), la Terre assimilée à une planète, la Lune, le Soleil, les planètes, les étoiles fixes et la sphère éthérée. — III. *Les vues de Platon.* Retour aux idées pythagoriciennes. Platon lie étroitement la disposition de l'univers à sa composition. — IV. *Le système astronomique d'Eudoxe.* Ce système, plus géométrique encore que le précédent, est celui des sphères homocentriques, déjà très compliqué et très savant. Per-

fectionné par Callippe, il a été adopté par Aristote qui l'a exposé sous une forme personnelle, ultrasystématique, dans une page de la *Métaphysique* dont M. Schiaparelli a enfin expliqué, de notre temps, les obscurités sibyllines. — V. *Vues théoriques sur le système du monde :* Aristote; Hicétas et Ecphantus : ces derniers enseignent la rotation de la Terre. — VI. *Héraclide du Pont. Le système tychonien et l'hypothèse héliocentrique.* Ce chapitre, l'un des plus étudiés de l'opuscule du R. P. Thirion, expose très bien comment Héraclide, ou au moins un de ses contemporains, en est arrivé à faire tourner les planètes autour du Soleil, celui-ci et la Lune tournant autour de la Terre, animée d'ailleurs d'un mouvement de rotation. — VII. *Vues astronomiques d'Aristarque de Samos. Le système héliocentrique.* — VIII. *Origine et premier aspect des théories de l'épicycle et de l'excentrique. Apollonius de Perse.* — IX. *Développement systématique des théories de l'épicycle et de l'excentrique. Hipparque et Ptolémée.* Dans ces trois chapitres, l'auteur montre comment les anciens, après s'être approchés extrêmement près du système de Copernic, s'en éloignèrent de plus en plus pour rester fidèles à l'esprit strictement géométrique, phénoménal de la science astronomique, sans venir en conflit avec la physique réaliste de leur époque.

Dans l'appendice, dont les éléments sont empruntés à différentes notes que nous avons publiées récemment, se dégage le caractère géométrique de l'ancienne astronomie, jusqu'à Kepler, en même temps que la tendance de la science à chercher l'explication purement cinématique des phénomènes naturels.

Tel est, en substance, le contenu du solide et intéressant opuscule du R. P. Thirion. Nous en recommandons la lecture d'abord à ceux qui s'intéressent à l'histoire de l'Astronomie, ensuite aux amateurs de philosophie qui veulent connaître, à propos d'un exemple grandiose et vraiment topique, le rôle des hypothèses dans la science. Nous est-il permis d'ajouter que, d'après nos recherches personnelles, résumées dans l'appendice de l'opuscule que nous analysons, ce n'est qu'à la lumière de l'histoire de la lutte entre les théories géométriques et physiques (1) en astronomie, telle que l'expose le R. P. Thirion, que

(1) Voici, en deux phrases très courtes, le résumé de l'une et de l'autre opinion fait par Laplace (*Exposition du système du monde.* Seconde édition; Paris, Duprat, an VII, p. 321) : " On peut généralement considérer tel point que l'on veut, par exemple, le centre de la Lune comme immobile; pourvu que l'on transporte en sens contraire, à tous les astres, le mouvement dont il est animé. Mais n'est-il pas physiquement

l'on peut comprendre à fond la célèbre question du procès de Galilée (1) ?

P. MANSION.

V

LOIS GÉNÉRALES DE LA CHIMIE. Introduction du cours de Chimie générale professé à l'École nationale des Mines par G. CHESNEAU, Ingénieur en chef des Mines. Un vol. in-8° de 251 pages. — Paris, Librairie polytechnique, Ch. Béranger.

Ce volume fait partie de l'ENCYCLOPÉDIE DES TRAVAUX PUBLICS, publiée sous la direction de M. M.-C. Lechalas, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, et il y est à sa place : l'ouvrage de M. G. Chesneau est, à tous points de vue, digne des excellents traités réunis dans cette collection.

Ce n'est pas chose facile que de composer un traité de Chimie théorique mis à jour. Les modifications profondes qu'a subies cette partie de la science exigent plus que de simples additions aux ouvrages déjà parus; elles réclament, travail plus difficile, leur refonte et un remaniement complet de la Chimie générale. Aussi est-ce avec une légitime curiosité que nous avons parcouru le livre de M. Chesneau. Nous n'y avons point perdu notre temps : c'est bien un *traité nouveau*, donnant un exposé des lois générales de la Chimie tel que le réclamaient les nombreuses recherches faites dans ces dernières années.

Constatons d'abord que l'auteur a résisté à la tentation de sacrifier la matière au profit de l'énergie et n'est point tombé dans un dynamisme exagéré que rien ne justifie. Dans ses *Nou-*

absurde de supposer, [dans le système de Tycho-Brahé], la Terre sans mouvement dans l'espace, tandis que le Soleil entraîne les planètes au milieu desquelles elle est comprise ? „

(1) Voir nos articles intitulés : *Note sur le caractère géométrique de l'ancienne astronomie* (ABHANDLUNGEN ZUR GESCHICHTE DER MATHEMATIK (Cantor's Festschrift), IX, pp. 277-292; Leipzig, Teubner, 1899). *Sur la question de Galilée* (ANNALES DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES, 1899, t. XXIII, première partie, pp. 62-67). Sur deux points nous ne sommes pas d'accord avec Gilbert cité ou résumé par le R. P. Thirion : 1° Galilée, selon nous, ne s'est pas douté de l'importance de la troisième loi de Kepler (p. 264) ; 2° Galilée a *proposé*, mais n'a pas voulu *imposer* ses vues astronomiques aux interprètes de l'Écriture (pp. 270-271).

velles théories chimiques (1), un savant distingué, M. Étard, Répétiteur à l'École polytechnique, ne croit trouver dans la nature que trois facteurs irréductibles : l'espace, le temps et l'énergie. La matière, dit-il, est une notion secondaire; certains auteurs affirment même qu'elle n'a pas d'existence réelle; il s'agirait d'une sorte d'illusion de nos sens impressionnés par un groupe de facteurs dépendant de l'énergie, de l'espace et du temps.

" Il faut avouer, conclut M. Étard, que cette façon de concevoir la matière manque de clarté. Mais il faut reconnaître aussi qu'aucune doctrine n'est plus satisfaisante dans l'état actuel de la science. " M. Chesneau n'entre pas dans ces spéculations philosophiques, et il accepte l'existence de la matière pour une donnée aussi réelle que celle de l'énergie. Ce n'est pas nous qui l'en blâmerons.

On pourrait diviser son livre en deux parties, dont l'une traite des lois régissant la matière et dont l'autre s'occupe des lois relatives à l'énergie. La première partie comprend les quatre premiers chapitres, la seconde les huit derniers.

Dans la première partie, l'auteur établit une séparation nette entre les lois prouvées directement par l'observation ou par l'expérience, et les hypothèses imaginées pour interpréter et coordonner ces lois. En procédant ainsi, l'auteur évite, entre autres inconvénients, celui d'appuyer le système des poids moléculaires et des poids atomiques sur l'existence réelle des atomes ou des molécules. Il suit en cela la méthode adoptée par plusieurs auteurs qui rendent ces nombres indépendants de la théorie atomique et de l'hypothèse d'Avogadro (2). Cette manière de procéder nous paraît bien préférable à l'idée de souder la détermination de ces nombres à une hypothèse.

Nous trouvons aussi que l'auteur a bien fait en rapportant les poids atomiques à l'oxygène = 16 plutôt qu'à l'hydrogène = 1. En réalité, les différences entre les deux séries de poids atomiques, qui dérivent de ces deux points de départ, sont très faibles; mais, en principe, il est plus juste d'indiquer les poids atomiques par rapport à l'oxygène, élément qui se combine avec presque tous les autres, que de faire intervenir le rapport entre les poids relatifs de l'oxygène et de l'hydrogène.

(1) *Les nouvelles théories chimiques*, par A. Étard, 2e édit., p. 5.
(2) Voir, par exemple, *Leçons de Chimie*, par H. Gauthier et Charpy. Paris, Gauthier-Villars, 2e édit., p. 25.

Les questions de la valence des éléments et de leur classification sont bien traitées ; nous eussions cependant désiré çà et là des indications faisant mieux ressortir l'insuffisance et les hésitations de ces théories. Notons, en passant, que si l'on admet que le soufre présente, outre la bivalence, la tétravalence, on admettra aussi son hexavalence dans l'anhydride sulfurique, par exemple.

Dans la seconde partie, l'auteur étudie les lois chimiques de l'énergie. La clarté et la précision qui règnent dans la première partie, se retrouvent ici avec d'autant plus de plaisir qu'elles y sont plus nécessaires et moins habituelles.

Sans développer outre mesure l'appareil mathématique, l'auteur ne recule pas devant l'emploi du calcul infinitésimal. Personne ne l'en blâmera : sans le secours de ce puissant auxiliaire, l'étude de cette partie de la Chimie devient, sinon impossible, au moins très difficile. La Thermochimie est entièrement basée sur les lois de la Thermodynamique; c'est pourquoi M. Chesneau en rappelle d'abord les principes généraux. La manière dont il traite du principe du travail maximum nous a entièrement satisfait.

Une des parties les plus intéressantes de l'ouvrage est celle qui concerne les réactions réversibles.

Les expériences relatives à la dissociation, depuis les mémorables essais de H. Sainte-Claire Deville jusqu'aux recherches de M. G. Lemoine, y sont exposées avec une grande clarté. Non moins brillante est l'étude de l'équilibre chimique et son application aux dissolutions, etc.

L'auteur termine son ouvrage par un examen rapide, mais substantiel et très intéressant, du phénomène de la fermentation. Ce dernier chapitre sera d'autant plus apprécié qu'il traite un sujet passé souvent sous silence dans des manuels semblables.

Dans son ensemble, répétons-le, l'ouvrage présente un grand intérêt et sera certainement bien accueilli. C'est un traité solide, où la connaissance approfondie de la matière s'allie à la rigueur et à la clarté de l'exposition.

M. Chesneau ne s'est pas borné à rajeunir les manuels existants ; il a créé un ouvrage nouveau dans son genre, et comblé une lacune dans la littérature chimique : tous ceux qui s'intéressent au développement de la Chimie générale, lui en seront reconnaissants.

Ajoutons que les nombreuses indications bibliographiques,

être complètes, augmentent encore la valeur du livre et nt le lecteur à même de recourir aux sources, quand il e approfondir quelqu'une des nombreuses questions dont ur ne pouvait renfermer le développement complet et llé dans le cadre qu'il s'était tracé.

H. De Greeff, S. J.

VI

Précis de Chimie. Rédigé conformément aux programmes offi-ls et d'après les théories les plus récentes, par A. Legros, cteur en sciences, Professeur à l'Athénée royal de Malines. emière partie : *Les métalloïdes*, in-8° de 183 pp. Deuxième rtie : *Les métaux*, in-8° de 266 pp. Troisième partie : *Chimie ganique* (en préparation). — H. Dierickx-Beke, Malines.

Ce manuel, dont les deux premiers fascicules sont entre nos nains, est destiné à l'*enseignement moyen*. Personne, croyons-ous, ne lui reprochera d'être incomplet. Non seulement les corps principaux y sont étudiés avec un certain développement, mais même des substances assez rares ou de moindre importance.

En soi, cette richesse est une qualité, mais n'est-elle pas ici un peu encombrante ? L'étude de la chimie, dans les classes supérieures de l'enseignement moyen, peut avoir une incontestable utilité ; mais sera-ce en multipliant les données positives qu'on la lui assurera ?

Si nous ne nous trompons, l'élève devrait prendre, dans ce premier enseignement, une vue d'ensemble des lignes principales de l'édifice chimique. Pour la lui donner, à l'accumulation des détails, il conviendrait, croyons-nous, de préférer un choix judicieux de faits fondamentaux, étudiés avec soin sur un nombre limité de substances et de manière à mettre en vive lumière les grandes lois qui régissent les transformations chimiques. Envisagée ainsi, l'étude de la chimie devient attrayante et vraiment utile : elle ne rebute pas les élèves, en s'adressant trop exclusivement à leur mémoire, et concourt puissamment à la ormation de leur intelligence.

Ceux d'entre eux qui ne pousseront pas plus loin cette étude, mporteront des leçons une idée de la science elle-même et de

ses méthodes, moins exposée à l'oubli que le souvenir des faits et des détails isolés. D'autre part, les élèves qui, au sortir du collège, aborderont l'Université et entreprendront une étude plus approfondie de la chimie, ne peuvent y être mieux préparés que par un cours donné comme nous venons de l'indiquer. Nous avons eu souvent l'occasion de le constater, et nous connaissons plus d'un professeur de chimie, chargé de l'enseignement supérieur, qui partage entièrement cette manière de voir.

Sans doute, pour arriver à ce résultat, l'étude d'un nombre choisi de corps chimiques est indispensable et les limites que l'on s'imposera peuvent dépendre de la place plus ou moins grande que le cours de chimie occupe dans la distribution des leçons; mais il importe moins de passer rapidement sur chacune des substances étudiées, pour pouvoir en allonger la liste, que de restreindre celle-ci afin de trouver le temps d'insister, d'approfondir et de tirer de chaque corps étudié tout ce qu'il peut donner de renseignements généraux.

Le manuel de M. Legros a de nombreuses et d'excellentes qualités : il témoigne de connaissances étendues et est écrit avec clarté ; mais nous le voudrions moins prodigue de faits et plus riche en développements synthétiques, appuyés sur des exemples choisis et méthodiquement coordonnés en vue de donner aux élèves l'intuition des lois générales. En s'engageant dans cette voie, on rencontrera certes des difficultés ; mais il est possible de les tourner, en faisant marcher de front l'exposé des lois et l'étude des substances qui servent d'exemples à leur application. Si la rigueur de l'ordonnance logique en souffre, les avantages d'une exposition mieux appropriée au but poursuivi compenseront cet inconvénient.

A ces observations générales, que l'on pourrait répéter à propos de la plupart des manuels de chimie destinés à l'enseignement moyen, ajoutons quelques remarques de détail relatives au livre de M. Legros, qui comptera certainement parmi les meilleurs.

Nous ne voyons pas l'utilité d'intercaler les lois de Gay-Lussac, qui sont des lois de volumes et ne s'appliquent qu'aux corps gazeux, parmi les lois qui régissent les masses et s'appliquent à tous les corps.

" Jamais, dit l'auteur (p. 25), l'atome n'existe seul... Toute molécule renferme au moins 2 atomes. „ Il oublie que la molécule de vapeur de mercure est formée d'un seul atome et que l'argon est probablement dans le même cas.

La décomposition de l'oxyde de mercure par le chlore (p. 88) donne, outre l'anhydride hypochloreux, un *oxychlorure de mercure* : la réaction doit être représentée par l'équation

$$2HgO + 2Cl_2 = Cl_2O + Hg_2OCl_2$$

" Le chlore éteint les corps en combustion (p. 44). „ L'assertion est trop générale : les flammes de l'hydrogène, du gaz d'éclairage et d'autres ne s'éteignent pas dans le chlore, l'auteur ne l'ignore certainement pas.

A la page 81, la décomposition de l'eau par le potassium est représentée par l'équation

$$K_2 + H_2O = K_2O + H_2.$$

C'est par distraction, évidemment, que l'on indique la production d'oxyde de potassium dans ces conditions.

Çà et là l'auteur laisse passer une expression qui ne rend pas sa pensée. Ainsi, en parlant de la dissolution du soufre dans le sulfure de carbone : " qu'il n'y ait pas, dit-il, de source *lumineuse* dans les environs; car le sulfure de carbone est volatil et sa vapeur inflammable (p. 52) „. L'adjectif *lumineux* attribue le danger à la *lumière* ; ce n'est pas ce que l'auteur a voulu dire.

C'est par inadvertance aussi qu'il écrit (p. 64) : " Propriétés *chimiques* du carbone. Tous les charbons sont solides, insipides, inodores, infusibles, etc. „

Au commencement de la seconde partie, on lit : " Métaux alcalins : le potassium, le sodium, l'*ammonium*. „ Le nom de métal donné à l'ammonium appelle une explication que l'auteur rejette trop loin (p. 79), en la donnant seulement à propos des composés ammoniacaux.

Le nom d'*hydrates*, donné aux hydroxydes, ne nous semble pas heureux : on le réserve généralement à une autre classe de combinaisons.

Arrêtons ici ces critiques de détail ; les défauts qu'elles signalent sont sans grande importance et disparaissent devant les qualités très sérieuses que donnent au manuel où ils se sont glissés, la science bien renseignée de l'auteur et son talent d'exposition.

H. De Greeff, S. J.

VII

A TREATISE OF CRYSTALLOGRAPHY by W. J. LEWIS. Univ. Cambridge. Un vol. in-8° de 612 p. — London. C. J. Clay and Sons. 1899.

Cet ouvrage qui fait partie de la collection des Manuels de sciences publiés à l'Université de Cambridge, est l'œuvre du professeur qui y occupe actuellement la chaire de Minéralogie. On n'ignore pas que la Cristallographie a été cultivée avec beaucoup de succès par plusieurs savants de Cambridge, parmi lesquels il faut citer en tête W. H. Miller, dont les formules pour le calcul des angles des cristaux et de leurs symboles exprimés à l'aide des indices sont devenues d'un usage à peu près universel. Forme à l'école de Miller et de Story-Maskelyne, M. Lewis nous donne un traité de grande valeur, embrassant la théorie des cristaux envisagée surtout au point de vue géométrique, et qui est à la hauteur des connaissances acquises sur le sujet. Le but de l'auteur dans ce traité est d'exposer d'abord en commençant les principes de symétrie qui servent de base à la distinction des 32 classes possibles de cristaux ; de décrire ensuite les différentes formes réparties dans ces classes groupées elles-mêmes en sept systèmes ; en troisième lieu, d'enseigner les méthodes qui permettent de définir les relations géométriques et symboliques de chacune de ces formes ; et finalement d'expliquer les procédés en usage pour les dessiner avec exactitude.

Pour parvenir à ces résultats, M. Lewis commence par exposer d'une manière générale, en dix chapitres, les faits, les calculs et les méthodes qui président à l'étude des cristaux et à leur reproduction graphique.

Dans cette première partie de son livre, il traite de la formation des cristaux ; de la constance de l'angle dièdre ; de la symétrie ; des axes et de la rationalité des indices ; de la loi des zones ; des procédés usités pour le dessin des cristaux ; des projections linéaires et stéréographiques ; des rapports des faces tautozonales et de la transformation des axes ; des principaux théorèmes de la symétrie dans les polyèdres ; de la répartition des cristaux par systèmes, et de leurs rapports avec les propriétés physiques. Ces derniers chapitres, comme les précédents, traitent le sujet avec l'élégante précision qu'on peut attendre de l'élève de Miller. Mais nous regrettons cette brièveté, quand il s'agit de la

structure moléculaire. Le point de vue géométrique jusqu'à ce moment a occupé presque exclusivement l'auteur. Il était temps, semble-t-il, d'entrer dans plus de détails sur la structure cristalline, à laquelle en définitive il faut faire appel pour expliquer la variation des propriétés physiques suivant la direction dans un milieu homogène, ainsi que les formes terminales des cristaux. M. Lewis l'observe lui-même, quand il écrit (p. 135) " que les caractéristiques physiques indiquent que la structure interne est la même en chaque point à l'intérieur d'un cristal ". De là, il conclut avec Bravais (dont nous regrettons de ne pas lire le nom dans le livre de M. Lewis) " que l'arrangement des particules doit se répéter de la même manière autour de chacune d'entre elles ". La théorie des réseaux découle directement de cette vue ; et on sait que, moyennant une interprétation rationnelle de la symétrie propre à la molécule, elle s'adapte avec bonheur à l'explication des faits capitaux de la cristallographie géométrique, comme, par exemple, à la mériédrie et aux groupements des cristaux. Nous pouvons ajouter qu'elle simplifie, dans plusieurs cas, la démonstration de plusieurs théorèmes concernant la symétrie possible chez les polyèdres cristallins.

L'exposé des généralités étant terminé, M. Lewis décrit avec tous les développements nécessaires ou utiles, et en sept chapitres consécutifs, les formes caractéristiques groupées en chacun des sept systèmes cristallins. D'après une méthode adoptée de notre temps par plusieurs spécialistes, il débute par les systèmes les moins symétriques, en réservant toutefois pour la fin les systèmes rhomboédrique et hexagonal, qui imposent un mode particulier de démonstration. Dans son étude d'un système, l'auteur envisage toutes les classes susceptibles d'y rentrer, en commençant toujours par la classe la plus défectueuse au point de vue de la symétrie. Cette suite de descriptions qui embrasse la majeure partie du *Treatise of Cristallography*, est remarquablement complète. Les polyèdres les plus significatifs de chacune des trente-deux classes sont représentés par des figures en perspective, fréquemment accompagnées de projections stéréographiques, parfois de projections linéaires. La marche à suivre pour déterminer les paramètres et les indices des faces, ou bien les angles en partant de ces derniers, suivant les circonstances, est non seulement précisée, mais appliquée à de nombreux exemples choisis tour à tour parmi les cristaux naturels, ou parmi ceux du laboratoire. On ne saurait trop louer, à notre avis, l'érudition, le soin et l'esprit méthodique déployés par M. Lewis dans ce grand travail.

[illegible]

[illegible] de Lapparent [illegible] édition [illegible] considérablement augmentée [illegible]

La quatrième édition du Traité de Géologie [illegible] les deux premiers [illegible] les Phénomènes [illegible] en commençant par les [illegible] pages. [illegible] l'intelligence [illegible] les premières. L'auteur s'est appliqué avant tout à tenir son œuvre au courant d'une science de plus en plus cultivée, dont les progrès s'accentuent aussi bien par l'extension du domaine de l'observation et l'acquisition des faits que par l'amélioration des doctrines. Ce n'est pas une tâche ordinaire que de suivre ainsi de près cette évolution rapide de la Géologie, comme l'a su faire M. de Lapparent, en publiant

en un petit nombre d'années, quatre éditions d'un ouvrage très volumineux, bourré de faits, et dont la mise au point impose, chaque fois, soit des compléments soit des remaniements, sur une foule de détails. Il a doté la littérature scientifique française d'un instrument de travail des plus précieux. Dans ce traité le lecteur trouve la plus heureuse exposition des principes, un trésor de données stratigraphiques et paléontologiques poursuivies de contrées en contrées, répondant à l'état actuel des recherches, et il rencontre en même temps des vues claires et nettes sur les points bien établis, une critique judicieuse sur ceux qui sont l'objet d'une controverse.

La marche d'ensemble adoptée par M. de Lapparent dans ses premières éditions est conservée dans celle-ci. On le sait : d'abord les phénomènes actuels, qui fournissent la base positive à toutes nos inductions sur le passé du globe. Vient ensuite l'étude générale des roches envisagées sous les rapports lithologiques et paléontologiques : c'est l'introduction indispensable pour comprendre la composition des terrains. Après quoi, l'auteur donne une grande ampleur à la description des Systèmes, description qui occupe les trois cinquièmes de son ouvrage. Il le termine par la revue des roches éruptives des divers âges, par l'examen du métamorphisme et des gisements métallifères, et finalement par l'étude des principales dislocations de la croûte terrestre et la théorie de ces grands phénomènes.

Nous ne voyons pas ce qu'il y aurait à changer à cette disposition des matières. Mais notre savant ami y a introduit des modifications qui ne sont pas sans importance. Elles sont inspirées tour à tour par le goût de l'ordre, par la logique des faits, ou par les progrès mêmes des recherches. Voici de très loin le plus important et le plus hardi de ces changements.

Jusqu'à présent, d'après les éditions antérieures, un Système était considéré comme une unité qu'il était avantageux d'étudier comme tel dans chaque région séparément. C'est ainsi que, dans la troisième édition du *Traité de Géologie*, le Système silurien, qui comprend le cambrien, était décrit de la base au sommet dans les îles Britanniques, puis dans la Scandinavie et la Russie, puis dans la région française, puis en Allemagne, en Amérique, etc. Cette façon de procéder, en usage dans tous les traités de géologie publiés jusqu'ici, répond à une phase de la science relativement arriérée. Les grands complexes de couches désignés par le terme de *Système* comportent un ensemble considérable de types organiques, parmi lesquels il en est de très

répandus qui sont caractéristiques. Alors même qu'on explore une région nouvelle, on a la chance d'en rencontrer rapidement quelques-uns qui déclarent, par le fait de leur présence, l'appartenance au Système correspondant. Un *Paradoxides* est cambrien; un *graptolite*, silurien; une *calcéole*, dévonienne; un assemblage d'empreintes de *Lepidodendrons* et de *Sigillaires* ne peut être que carbonifère. On s'explique, d'après cela, que les Systèmes aient été reconnus depuis longtemps dans toutes les parties du monde, voire même dans des régions fort peu explorées. L'étude des subdivisions nommées *Étages* implique un examen autrement minutieux sur le terrain et une critique infiniment plus savante des documents paléontologiques, et notamment des types les plus significatifs. Grâce à l'étonnante activité des chercheurs, la connaissance des étages est aujourd'hui très avancée, du moins dans beaucoup de pays, et l'on peut quelquefois en saisir la parenté entre des continents que les océans séparent.

En cet état de choses, M. de Lapparent a jugé le moment venu de remanier et de refondre toute la partie de son ouvrage consacrée à la description de l'échelle stratigraphique, et d'appliquer aux subdivisions d'Étage la méthode qu'il avait appliquée aux Systèmes. Cette innovation hardie distingue avant tout la quatrième édition de la *Géologie*. Elle a sa raison d'être. L'observation comparative d'un même étage dans des bassins différents, offre plusieurs avantages quand on parvient à les y reconnaître. L'attention concentrée sur un complexe de couches d'épaisseur modérée permet d'en mieux embrasser les caractères lithologiques et paléontologiques. En rapprochant les formations contemporaines, on apprécie plus commodément les vicissitudes et la répartition dans l'espace des dépôts de la même date, ainsi que leurs rapports avec les subdivisions qui les précèdent ou qui les suivent. Une telle méthode conduit naturellement à scruter les modifications physiques accomplies pendant une même phase de l'histoire du globe ; elle fait appel d'un même coup aux causes qui les ont amenées. C'est la direction véritablement rationnelle de la science de notre temps, puisque le but le plus élevé de la géologie récente est la reconstitution de la géographie physique du globe aux époques antérieures. Ce but, plus ou moins entrevu, ne pouvait être atteint quand on établit autrefois la série des grands Systèmes. Les détails étaient trop mal connus, les champs d'exploration trop bornés pour qu'on pût tenter à cet égard des synthèses de quelque étendue ayant une probabilité sérieuse. C'est ce que montrent les essais de ce genre tentés autrefois

par Brongniart, Beudant, Lyell, etc. Il s'est trouvé, à la suite des recherches, que des transformations géographiques d'une ampleur étonnante, parmi lesquelles il en est qui ont converti en bassins marins une partie très notable des continents, se sont opérées précisément au beau milieu d'un système. Par exemple, la transgression callovienne dans le Jurassique, et la transgression cénomanienne dans le Crétacé. Les divisions d'étage s'harmonisent plus heureusement avec l'évolution des formes topographiques ; car, nonobstant la prééminence dévolue au caractère organique quand il s'agit de la chronologie de l'écorce terrestre, les limites d'étage sont maintes fois définies par l'allure changeante des bassins de sédimentation. C'est pourquoi les descriptions de M. de Lapparent font ressortir avec soin les variations des limites d'étage; et pour que ces limites parlent aux yeux du lecteur, il insère dans le texte de sa nouvelle édition, quatre-vingts esquisses paléogéographiques représentant la distribution de ces étages à partir des schistes cristallins. Il reporte cette distribution soit sur l'ensemble du planisphère, soit sur la surface actuelle de l'Europe, soit sur la région française.

Quels que soient les progrès de l'observation et l'érudition de l'auteur, il va de soi que l'on ne doit pas réclamer de ces esquisses une précision que le sujet ne comporte pas aujourd'hui et qui, dans bien des cas, ne sera jamais obtenue. Car l'ablation immanquable des terrains, condition fondamentale de l'évolution de la figure du globe, en efface plus ou moins les traces avec le temps, et l'on en est réduit, surtout quand il s'agit des dépôts anciens, à des témoignages isolés. Dans ses belles *Leçons de Géographie physique*, M. de Lapparent a fait ressortir avec beaucoup de clarté, les données positives où s'appuie la paléogéographie, de même que les lacunes qui en mesureront toujours l'incertitude (1). Mais les essais de cartes dont il enrichit la dernière édition de sa *Géologie*, n'en sont pas moins des plus instructifs. On y saisit du premier coup d'œil les curieuses transformations qui se sont opérées à la surface de notre Terre, par exemple, au cours des étages Coblentzien, Dévonien moyen et Dévonien supérieur ; Dinantien et Ouralien du Carbonifère, etc. La petitesse de l'échelle n'a pas empêché d'y tracer en gros la limite des *facies* continentaux et lagunaires d'une part, océaniques d'autre part, qui ont régné séparément les uns des autres sur de vastes espaces à certaines époques. On appréciera à cet égard les cartes géologi-

(1) *Leçons de Géographie physique*, 2e édit., XVe leçon.

ques des étages Moscovien du Carbonifère, Thuringien du Permien, inférieur, moyen et supérieur de Lias : panoramas sensiblement véridiques d'un état de choses remontant à un passé incalculable.

Signalons encore rapidement dans la nouvelle édition, quelques modifications ou compléments qui intéressent les faits, la méthode ou les doctrines. Nous citerons : les observations concernant les écarts de la gravité et les inductions susceptibles d'en être tirées, quant à l'existence d'anciennes rides montagneuses actuellement ensevelies sous des dépôts de date postérieure; les profils ajoutés au chapitre de la géographie générale; la marche adoptée dans l'étude de l'érosion : avant de traiter des torrents et d'autres particularités, l'auteur commence par aborder les considérations générales relatives au niveau de base et la tendance au profil d'équilibre, données qui président à tout le travail de l'eau courante; à propos des glaciers, les observations récentes de M. de Drygalski sur la pression *glaciostatique*, d'où dérive en partie la marche en avant des glaciers; l'action chimique exercée par le sulfate de magnesium dissous dans l'eau de la mer sur l'aragonite des récifs coralliens donnant naissance à la formation de la dolomie; un bon nombre d'observations sur les derniers tremblements de terre : elles sont accompagnées de plans où sont dessinées les lignes isoïstes; les effets constatés et notamment la production de fentes de grande longueur avec dénivellation des parois confirmant de plus en plus le rapport de ces grands phénomènes avec la tectonique des régions et, partant, avec la cause des mouvements orogéniques; les graves objections apportées dans ces derniers temps à l'ingénieuse explication formulée par M. de Drygalski pour rendre raison du soulèvement actuel de la presqu'île scandinave par le fait de l'ablation de l'ancienne calotte glaciaire. La conclusion qui résulte, est que les mouvements dits positifs ou négatifs de la ligne des rivages sont, avant tout, une dépendance des déformations et de la plasticité de la croûte du globe.

Les chapitres concernant les minéraux des roches et la texture de ces dernières, fort bien traités dans les éditions antérieures, se sont enrichis dans celle-ci par l'introduction de beaucoup de dessins empruntés à l'excellent ouvrage de M. Lacroix sur la *Minéralogie de la France*. M. de Lapparent renonce à l'expression de *Terrain Primitif* pour désigner l'ensemble des schistes cristallins. Il le baptise comme *Terrain Archéen*. On y voit figurer les résultats des dernières recherches sur l'Archéen d'Écosse, de

Scandinavie, de Finlande, de l'Armorique, du Plateau Central, des États-Unis. Or il arrive, chose remarquable, que ces savantes et consciencieuses études sont loin de dissiper les doutes soulevés par les schistes cristallins quant à leur mode d'origine. Ce qui en ressort de moins contestable, c'est que, dans des districts de plus en plus nombreux, on trouve des sédiments fossilifères localement transformés en gneiss ou en micaschistes qu'il est malaisé de distinguer des roches primordiales de même nom. On a confondu maintes fois ces couches anomales avec les schistes cristallins. On ne sait pas à quoi s'en tenir sur la date d'un massif de ce type, s'il n'est pas recouvert par le Précambrien bien reconnaissable. Aussi les doutes de M. de Lapparent sur l'appartenance de la Bretagne et du Plateau Central au véritable Archéen n'ont fait que s'accroître depuis les premières éditions de sa *Géologie*. Il admet toujours l'existence nécessaire d'une croûte primitive de consolidation; mais les limites en demeurent problématiques à ses yeux, et la seule note qui reste propre aux terrains sur lesquels repose toute la série stratifiée, c'est l'*universalité de la cristallisation*, puisqu'elle n'apparaît que là.

Après avoir insisté sur les avantages du procédé par étages adopté pour la description de l'échelle stratigraphique, nous ajouterons seulement que l'on trouve, à chaque page de la nouvelle édition, des détails qui la mettent au pas actuel de la science. Ils portent tour à tour sur l'interprétation, sur les explorations nouvelles, sur le tableau des divisions stratigraphiques, sur les données paléontologiques, sur des rectifications nécessitées par les observations récentes. Contentons-nous d'indiquer la part beaucoup plus grande concédée à la géologie extra-européenne ; l'emploi beaucoup plus fréquent des horizons définis par des zones d'Ammonoïdés, zones précieuses entre toutes quand il faut établir l'homotaxie entre contrées largement séparées; ainsi que les profils plus nombreux de coupes extraits des mémoires contemporains. On voit que chaque phrase de l'ancien texte a été relue ou corrigée, développée ou même supprimée au besoin. C'est, d'ailleurs, la manière d'agir à laquelle l'auteur nous a habitués depuis des années. Jamais le terme d'*édition nouvelle* n'a été pris plus au sérieux que par M. de Lapparent.

C. D. L. V. P.

IX

LE GLOBE TERRESTRE. I. *La formation de l'Écorce terrestre*, par A. DE LAPPARENT, membre de l'Institut, professeur à l'École libre des Hautes Études.

LE GLOBE TERRESTRE. II. *La nature des mouvements de l'Écorce terrestre*, par le même.

LE GLOBE TERRESTRE. III. *La destinée de la Terre ferme et la durée des temps géologiques*, par le même.

Trois vol. in-18, chacun de 63 pp. De la collection : *Science et Religion, Études pour le temps présent*. — Paris, Bloud et Barral, 1899.

Énoncer les titres d'écrits dont l'auteur est M. de Lapparent, suffit, dans ce recueil, pour en faire l'éloge.

Dans ces trois petits volumes, l'illustre savant a voulu réunir dans une rapide synthèse les données essentielles de l'histoire du globe qui nous porte, en les mettant à la portée du public instruit mais non spécial.

I. Le premier volume débute par un exposé succinct de la théorie de Laplace pressentie par Descartes, rêvée par Kant, soupçonnée par William Herschel, mais que Laplace eut seul la gloire de formuler en termes précis.

On éprouve quelque surprise de ce qu'il n'est fait, par l'auteur, aucune allusion aux rectifications apportées successivement à l'hypothèse due à l'auteur de la *Mécanique céleste*, par le vénérable M. Faye et par M. le colonel du Ligondès. Elles ont eu l'une et l'autre, la première surtout, assez de retentissement pour qu'il semble difficile de parler désormais du système cosmogonique de Laplace sans accorder tout au moins une mention aux modifications profondes proposées par les deux savants que nous venons de nommer, en vue de parer aux difficultés qu'ont apportées les progrès ultérieurs de la science à la célèbre théorie. Il est vrai que le principe de formation du globe terrestre au sein d'une nébuleuse cosmique aux dépens de laquelle se seraient formés également le Soleil et les autres planètes, subsiste aussi bien dans les systèmes de M. Faye et de M. du Ligondès que dans celui de Laplace. Et cela suffisait au dessein de l'auteur.

Il est donc admis que notre sphéroïde est un petit soleil éteint dont la masse primitivement gazeuse, puis à l'état de liquide

incandescent, s'est peu à peu recouverte, sous l'influence du froid extérieur, de plaques solidifiées se soudant entre elles, à peu près comme se forme graduellement sous nos yeux la congélation superficielle d'un fleuve ou d'une rivière.

Il s'agit d'établir les preuves de cette théorie.

L'auteur invoque d'abord l'analyse spectrale qui, nous montrant le Soleil composé des mêmes éléments chimiques que la Terre elle-même, fournit un puissant argument en faveur d'une origine commune. La forme sphéroïdale de notre globe, aplati aux deux extrémités de l'axe polaire et renflé à l'équateur, témoigne en faveur de son état fluide à l'origine, en dépit de la thèse singulière qui voudrait voir sa formation résulter de chutes d'aérolithes. La densité moyenne de notre planète, comprise entre cinq et six fois celle de l'eau, alors que celle des parties de son écorce accessibles à notre atteinte ne dépasse pas 3, suppose nécessairement une densité beaucoup plus considérable au centre : c'est donc que les matériaux dont elle se compose se sont déposés par ordre de densité, ce qui implique nécessairement une masse primitivement fluide. Il y a aussi l'accroissement de chaleur de l'extérieur vers l'intérieur, là où l'influence de la chaleur solaire est nulle; cet accroissement doit, à une profondeur relativement faible, aboutir à l'état d'incandescence. M. de Lapparent réfute les objections que l'on a essayé d'opposer à cette considération.

Enfin l'uniformité absolue, des pôles à l'équateur, de la flore des temps primaires et de la première moitié des temps secondaires s'explique par la non complète concentration, à ces époques reculées, de la masse solaire. D'un diamètre beaucoup plus considérable qu'aujourd'hui, l'astre central enveloppait simultanément de ses rayons les deux tiers de notre globe, les deux pôles compris. Plus nombreux et plus rapprochés, émanant d'une surface plus vaste, ces rayons étaient proportionnellement moins intenses, et versaient une chaleur égale sur tous les points à la fois du sphéroïde terrestre. Puis, la concentration continuant son œuvre dans l'ensemble de l'astre central, de premières inégalités commencent à s'esquisser ; les plantes dicotylédonées (Phanérogames angiospermes) apparaissent durant la période cénomanienne ; et c'est seulement vers la fin des temps tertiaires que les climats commencent à s'accuser nettement, parce qu'alors le Soleil devait être arrivé à un point de concentration voisin de son état actuel.

Le volume se termine par l'exposé de l'accord que la théorie de l'origine ignée présente avec la composition *chimique* des

diverses assises de l'écorce terrestre, ainsi qu'avec la composition minéralogique des terrains primaires.

II. Étant admis que notre planète est un petit soleil éteint, liquéfié à l'intérieur et encroûté à la surface, il s'agit de se rendre compte de la structure de cet encroûtement, de cette écorce. Quand le refroidissement superficiel eut produit une pellicule solide autour de la masse incandescente, les vapeurs contenues dans une atmosphère lourde, épaisse, chargée, commencèrent à se condenser en pluies chaudes qui désagrégèrent en partie les premières couches de la pellicule naissante. Puis, le retrait par refroidissement de la masse ignée entraînait, par défaut d'appui, la croûte primitive sur les points de retrait. De là les premiers reliefs que désagrégeaient bientôt les pluies intenses, s'étendant en vastes mers sur le sol brûlant. De cette désagrégation des reliefs du sol résultèrent d'immenses couches sédimentaires qu'enrichirent les débris calcaires ou siliceux d'une infinité d'animalcules. La concentration du milieu igné poursuivant son œuvre, de nouvelles dislocations de la croûte s'ensuivirent, produisant ici des affaissements, là des soulèvements; et le rétrécissement graduel soumettait les matériaux bouleversés à d'énergiques pressions latérales exhaussant les reliefs existants ou en produisant de nouveaux.

Après avoir exposé cette théorie, qui est celle de Léopold de Buch et d'Élie de Beaumont, M. de Lapparent combat une théorie nouvelle qu'on a tenté récemment de lui substituer sous le nom de *théorie des effondrements* et dont le principal promoteur est le célèbre et éminent géologue viennois Suess. De vastes compartiments de l'écorce terrestre se seraient précipités verticalement, sous l'effort de la pesanteur, sur les vides produits sous eux par la contraction du noyau igné, et auraient glissé entre les parois des compartiments voisins; les massifs montagneux représenteraient ces derniers.

L'auteur discute, avec la haute compétence qui lui est propre, cette nouvelle théorie et la montre comme étant, d'une part, contradictoire avec l'ensemble des faits géologiques observés, et d'autre part conduisant à des conséquences physiques inadmissibles.

La théorie orogénique des soulèvements par pressions latérales et plissements ne paraît donc pas devoir être supplantée par celle des prétendus effondrements (1).

(1) Voir REVUE DES QUEST. SCIENT., 2e série, t. XIV (1898), pp. 5-33.

III. Notre séjour terrestre est-il destiné à durer éternellement ? Ou bien, comme toute créature, doit-il finir; autrement dit, est-il mortel ?

La science donne une réponse résolument affirmative à cette seconde question. Notre auteur trace le tableau de la marche de notre monde vers cette destruction finale; il suppute le nombre de milliers de siècles qui doivent s'écouler jusqu'à son accomplissement, et tire de là, par voie de conséquence rétrospective, d'intéressantes données sur la durée probable des temps géologiques.

Le sol qui nous porte est constamment battu en brèche par de nombreux agents d'érosion. Les torrents de la montagne issus de la fonte des glaciers, les rivières des vallées, les fleuves de la plaine charrient sans cesse des matériaux arrachés à leurs rives, aux flancs des versants, aux moraines des glaciers. Blocs de roche, puis cailloux roulés, puis graviers, puis vase quasi impalpable, ces matériaux finissent, en un temps plus ou moins long, par arriver à la mer dont ils exhaussent le fond aux dépens de la terre ferme.

En prenant la moyenne des altitudes de tous les reliefs du sol émergé au-dessus de l'Océan, depuis zéro correspondant à ce niveau même jusqu'aux plus hauts sommets, on arrive à une hauteur uniforme de 700 mètres. La superficie totale des terres émergées étant de 145 millions de kilomètres carrés, le produit de ce dernier nombre multiplié par 0 km, 7, donne le volume d'ensemble des dites terres, soit en nombre rond, *cent millions de kilomètres cubes*. Par des jaugeages et des observations pluviométriques, que nous ne pouvons rapporter ici, on a constaté que les cours d'eau charrient chaque année à la mer des vases ou troubles dans la proportion de 38 pour 100 000, et que le volume d'eau déversé annuellement à la mer par la totalité des fleuves est de 23 000 kilomètres cubes. C'est donc un volume de matières solides de 10 km^3, 43, dit M. de Lapparent, que les cours d'eau apportent à la mer. Cela représente une tranche de 7/100 de millimètre enlevée, chaque année, au plateau de 700 mètres d'altitude représentant la moyenne des hauteurs supramarines, soit *sept millimètres par siècle*. A ne considérer que ce seul élément de destruction, l'on trouve, d'après ces données, que l'arasement de tout le relief continental, y compris les îles, serait réalisé en moins de *dix millions d'années*.

Mais la destruction procède d'autres agents encore. La mer bat constamment les côtes et leur enlève des débris. Cette érosion

est très inférieure à celle des pluies et des cours d'eau, elle n'en est guère que le dixième ; à quoi il convient d'ajouter quelque chose pour tenir compte des dégâts produits par les avalanches côtières dans les régions polaires ou avoisinantes. Le chiffre de 10 km³, 43 de matières solides entraînées annuellement dans les mers peut ainsi être élevé à 12 km³, ce qui abaisserait à 8 notre chiffre de 10 millions d'années.

Ce n'est pas tout. Les eaux météoriques, les eaux des sources et des cours d'eau exercent une action chimique dissolvante sur tout leur parcours. On évalue à près de 5 kilomètres cubes la quantité de matières dissoutes (carbonates, sulfates, silice, etc.) déversée chaque année par les fleuves dans l'Océan. Voilà donc nos 12 kilomètres cubes portés à 17, et nos 8 millions d'années réduits à 6, sans même tenir compte de l'exhaussement du fond des mers qui marche parallèlement avec l'abaissement du relief des continents. Mais en faisant entrer ce facteur, et y ajoutant la quantité énorme des débris que lancent dans la mer les volcans en activité situés presque tous dans des îles ou sur le littoral des continents, M. de Lapparent montre, par des calculs fortement motivés, que le chiffre total des matériaux solides déversés chaque année dans la mer n'est pas inférieur à *vingt-quatre kilomètres cubes.*

Or, ce chiffre est contenu à peu près 4 millions de fois (exactement 4 166 666 fois) dans celui de 100 millions, qui représente le volume total des terres émergées. Donc la disparition totale de celles-ci, sous l'action des forces actuellement en exercice, et en supposant que ces forces doivent rester toujours les mêmes en nature et en intensité, serait réalisée en un nombre d'années voisin de 4 millions, soit 40 000 siècles.

Un tel avenir n'intéresse guère, au moins pratiquement, les générations présentes. Mais il a une importance rétrospective en ce sens qu'il permet de conjecturer la durée des temps géologiques qui nous ont précédés. Sans résumer ici les raisonnements et les analogies développés par notre auteur, nous dirons que, d'accord avec l'illustre savant anglais William Thomson quoique par une voie toute différente, il arrive à cette conclusion que 100 millions d'années environ ont dû s'écouler à partir du moment où les premiers océans ont commencé à rendre possible la formation de l'existence d'organismes vivants.

Telle est la substance de ces trois petits volumes où l'histoire générale du Globe terrestre est présentée dans un tableau d'en-

semble abordable à tout esprit cultivé, et où le charme du style s'unit à la science la plus approfondie.

C. DE KIRWAN.

X

LES ORIGINES. QUESTIONS D'APOLOGÉTIQUE, par J. GUIBERT, S.S., 2e édition. Un vol. in-8° de VIII-389 pp. — Paris, Letouzey et Ané, 1898.

Nous sommes heureux de signaler à nos lecteurs la seconde édition de l'ouvrage de M. l'abbé Guibert, actuellement supérieur du séminaire de l'Institut catholique de Paris. L'auteur l'intitule modestement : *Questions d'Apologétique;* en réalité, c'est une défense sérieuse de la vérité révélée, défense éminemment loyale et sans exagération d'aucune sorte. Les différents systèmes, même ceux qui sont et doivent être combattus par un écrivain catholique, sont exposés avec une sincérité absolue : c'est le moyen d'éviter au lecteur inexpérimenté les surprises toujours périlleuses d'un avenir où on voit mieux la face des questions. C'est aussi le moyen de faire mieux entendre et valoir ses propres raisons. De plus — et on ne saurait assez louer le procédé — on voit que le docte sulpicien s'est attaché à établir toujours et partout une grande ligne de démarcation entre ce qui est certain et ce qui ne l'est pas. Que la certitude nous vienne de l'autorité de Dieu, qui révèle, ou qu'elle nous vienne par voie scientifique, l'auteur enregistre avec impartialité le résultat et le maintient avec fermeté. En revanche, il laisse ouvertes les questions qui ne sont point résolues, et se garde bien de confondre la citadelle inexpugnable de la foi avec certains travaux de défense, établis de main d'homme. La stratégie change avec le temps et l'apologétique modifie aussi ses allures.

M. Guibert divise son livre en sept chapitres : I. Cosmogonie ou origine de l'univers. — II. L'origine de la vie. — III. Origines des espèces. — IV. Origine de l'homme. — V. Unité de l'espèce humaine. — VI. Antiquité de l'espèce humaine. — VII. État de l'homme primitif. C'est ce dernier chapitre qui a été le plus profondément remanié dans la seconde édition.

Les questions, que nous venons d'indiquer, sont difficiles en elles-mêmes; quelques-unes sont délicates, et elles préoccupent

vivement les esprits à l'heure présente. Comme elles ont en outre des affinités nombreuses avec les sciences les plus diverses, il semble impossible, à première vue, de s'assimiler tant de données positives, et surtout de les dominer assez pour porter toujours un jugement équitable et motivé. C'est pourtant ce que M. Guibert a réalisé. Sans doute, ses renseignements ne sont pas toujours de première main ; mais, la plupart du temps, il s'est référé à de bons travaux, et avec un discernement éclairé il a su prendre l'essentiel sans se perdre dans des détails inutiles. Notons en passant la bibliographie fort étendue, que l'auteur ajoute à chacun de ses chapitres. Dans une œuvre scientifique proprement dite, on voudrait, il est vrai, des indications plus complètes encore; en particulier, on voudrait voir renseignés plus d'ouvrages étrangers. Mais une première initiation ne demande pas davantage. " Je souhaite seulement d'avoir été clair et exact ", dit M. Guibert dans sa préface; et le but est pleinement atteint.

Parcourons rapidement quelques points particuliers.

Le chapitre Ier reprend la question si ardue de l'accord entre la géologie et le commencement de la Genèse. On sait si les écrivains orthodoxes ont multiplié leurs efforts pour cimenter sur ce terrain l'union de la science et de la foi ! Les théories du littéralisme strict, du concordisme, de l'idéalisme se sont succédé: récemment encore le R. P. de Hummelauer, S. J., dont on peut ajouter l'ouvrage à ceux qui sont mentionnés pp. 47 et 48 (1), défendait chaleureusement le système des *visions*, qui a ses préférences. Au point où nous en sommes, il est juste de dire qu'on a épuisé tous les systèmes possibles, avec toutes leurs variétés. Tentatives louables, sans doute; mais, comme aucune d'elles n'est exempte de reproches, il est à croire que l'accord entre les exégètes restera longtemps encore à l'état de simple désir. Le motif de cette divergence de vues ne serait-il pas l'oubli de quelques principes essentiels, universellement admis, rappelés par M. Guibert au début de son étude, et que nous ne faisons que transcrire ici : *Il faut préférer des conclusions scientifiques certaines à une exégèse douteuse. Le premier chapitre de la Genèse contient des enseignements religieux certains. La Bible et la science ne poursuivent pas le même but et n'emploient pas les mêmes procédés. La Bible ne peut être invoquée comme*

(1) *Le Récit de la Création*, par le R. P. de Hummelauer, S. J. Traduit de l'allemand par l'abbé Eck. Paris, Lethielleux.

autorité sur les questions de sciences naturelles ; elle reflète seulement les idées qui avaient cours dans le milieu où les écrivains sacrés ont vécu (pp. 19 et 20). Cela étant, et si les enseignements religieux du premier chapitre de la Genèse : unité de Dieu, création *ex nihilo*, Providence, unité de l'espèce humaine, etc..., nous sont rapportés dans un cadre qui reflète seulement les idées des contemporains de Moïse, idées très élémentaires à coup sûr, la question à résoudre est beaucoup simplifiée. On se trouve, dans tous les cas, très loin des essais de concordisme ; on ne répétera plus que Moïse fut le précurseur des géologues modernes ; ce ne sera qu'avec hésitation qu'on attribuera à une révélation ou à une vision l'ordre indiqué par les six jours. Tout en y attachant un très grand prix pour l'histoire des sciences, on s'appliquera surtout aux vérités religieuses qui y sont contenues, et la question si longtemps controversée sera bien près de la solution. N'est-ce pas, d'ailleurs, une conséquence logique des principes posés par saint Augustin et par les Pères de l'école d'Alexandrie ?

Notons, à la page 17, une traduction moins exacte de *Gen.* II, 4 : *Istae sunt generationes caeli et terrae : telles sont les origines du ciel et de la terre.* Comme toujours dans la Genèse (V, 1 ; VI, 9 ; X, 1 ; XI, 10 ; XI, 27, XXV, 19 ; XXXVI, 1 ; XXXVII, 2), cette formule est un titre, qui se relie à la narration suivante. Le mot *generationes* signifie, non pas *origines* au sens passif, mais *actions, histoire* au sens actif.

Après le chapitre II, consacré à l'*origine de la vie*, et où les brillantes expériences de Pasteur servent de base à la conclusion : " La vie a commencé par un acte divin de création ", M. Guibert, dans un troisième chapitre, passe à l'*origine des espèces végétales et animales.* Voici une de ses conclusions, que nous ne voulons point discuter ici, mais qui au point de vue de l'apologétique a une portée considérable : " Il nous *semble* plus glorieux à Dieu et plus conforme à ses procédés ordinaires, qu'il ait créé les espèces vivantes par l'évolution, c'est-à-dire comme cause première, plutôt que par des créations successives, c'est-à-dire comme cause immédiate de chaque espèce. — Il nous paraît plus probable que Dieu plaça dans la nature, en créant la vie, *plusieurs* formes primitives simples (pp. 169, 170). "

Le chapitre IV traite de l'*origine de l'homme.* Une double voie se présentait ici à l'auteur. Il pouvait partir du texte biblique (*Gen.*, ch. II), pour interpréter à sa lumière les données qui sont fournies par la science ; ou, suivant l'ordre inverse, il pouvait

mettre la science à la base de ses recherches, pour revenir aux documents inspirés. M. Guibert a préféré cette dernière méthode, et nous ne saurions l'en blâmer. Dans une œuvre d'apologétique, la conclusion gagne en fermeté quand par une étude, en apparence indépendante de la foi, on aboutit précisément aux résultats garantis comme certains par la révélation.

Constatons dans l'ouvrage de M. Guibert, une grande sévérité dans le choix des preuves. Pour la question de l'origine de l'âme humaine, la théorie évolutionniste ne lui semble qu'imparfaitement exclue par la *religiosité* et la *moralité*, que M. de Quatrefages donne comme caractères propres à l'homme ; par la *conscience* et le *progrès* qui distinguent l'homme de la bête, et que M. de Nadaillac met à la base de sa démonstration; et même par la différence fondée sur *les opérations supérieures de l'esprit*. M. Guibert prouve par une déduction scientifique la supériorité et la spiritualité *de ces facultés elles-mêmes*, et il conclut que l'âme douée de ces facultés, doit nécessairement son existence à un acte créateur.

La question de l'origine du corps humain est plus délicate. On se rappelle les controverses soulevées, il n'y a pas fort longtemps, quand un savant anglais, M. Saint-Georges Mivart, appliqua pour la première fois la théorie de l'évolution au corps humain lui-même. Il fut suivi par le R. P. Leroy, O. P. ; et les plus graves autorités ecclésiastiques reconnurent que cette thèse pouvait s'accorder avec les exigences de la foi. Tel était, entre autres, l'avis du cardinal Gonzalès *(La Biblia y la Ciencia*, t. I, p. 542), du chanoine Duilhé de Saint-Projet *(Apologie scientifique*, p. 372, note), de Mgr d'Hulst (COMPTES RENDUS DU CONGRÈS CATH. DE PARIS, 1891, *section d'Anthropologie*, p. 213). Ici même (REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES, juillet 1894), le R. P. Dierckx, S. J., tout en combattant les vues évolutionnistes, étendues à l'organisme humain, déclarait " qu'il s'honore de partager les sentiments du cardinal Gonzalès ". Il est vrai que le livre du R. P. Leroy fut désapprouvé à Rome ; mais, comme nous l'apprend M. Guibert (p. 202, *note)*, " il n'a pas été mis à l'*Index*. Il résulte d'une correspondance qui nous a été communiquée, que l'ouvrage avait été suspect parce que l'auteur n'y enseignait pas assez formellement la création immédiate de l'âme humaine ". Il convient de rendre hommage au savant sulpicien, de la loyauté et de la courtoisie dont il fait preuve à l'égard d'écrivains catholiques, dont il ne partage pas l'opinion.

" La science elle-même, dit-il (p. 213), incline à croire que le

Créateur, au moment où il résolut de former l'homme, façonna directement, ou du moins acheva l'organisme qu'il allait vivifier par l'âme spirituelle.„ Et il ajoute (pp. 213 et 214): "Si les interprètes de l'Écriture croient que le texte sacré enseigne formellement que Dieu façonna immédiatement le corps humain, nous n'aurons aucun sacrifice à nous imposer dans le domaine scientifique, et nous adhérerons volontiers à leur sentiment. „ C'est remettre la décision finale aux mains de l'Église, seule autorisée à fixer d'une manière certaine le sens de l'Écriture. Ajoutons toutefois que la très grande majorité des exégètes estiment la condition posée par M. Guibert déjà pleinement réalisée. Au second chapitre de la Genèse, v. 7, on lit : *Formavit Dominus Deus hominem de limo terrae, et inspiravit in faciem ejus spiraculum vitae, et factus est homo in animam viventem.* Il s'agit bien de la vie physique, car le *spiraculum vitae* est donné aussi aux animaux (ch. VII, 22 et *Ps.* CIII, 29 sq.) ; par conséquent, à s'en tenir au sens naturel des mots, l'homme avait un organisme *humain*, avant de recevoir des mains de Dieu la vie inférieure du corps ; il semble donc impossible que ce corps nous ait été transmis par un animal *vivant* déjà, perfectionné par voie d'évolution, et auquel Dieu aurait donné ensuite une âme spirituelle. Si l'on objecte qu'il n'est pas nécessaire de presser ainsi les termes de la Genèse, et que l'auteur sacré peut attribuer à une action *immédiate* de Dieu, ce qui ne s'est fait que d'une manière *médiate*, il est facile de répondre en renvoyant à la création de la femme, où l'intervention *immédiate* de Dieu est formellement indiquée, même pour la formation du corps (1).

On voit facilement par les exemples que nous venons de donner, de quel intérêt est l'ouvrage de M. Guibert, de quelle modération de jugement et de quelle érudition sérieuse il témoigne. Souhaitons de voir se répandre ce livre, bien moderne, surtout entre les mains des étudiants ecclésiastiques, pour lesquels il fut surtout composé.

C. H.

(1) Cf. Hummelauer, *Comm. in Gen.*, pp. 127 et suiv.

XI

PRINCIPES D'HYGIÈNE COLONIALE, par le Dr G. TREILLE. Un vol. in-8° de IV-272 pages. — Paris, Georges Carré et Naud, 1899.

Ceux qui s'occupent de questions coloniales ; ceux-là surtout qui ne veulent point tenter d'entreprises irréfléchies et qui tiennent à assurer la réussite de leurs projets par le soin qu'ils prennent de la santé de ceux qui doivent en être les artisans, ceux-là liront, j'en suis sûr, avec un réel intérêt et un non moindre profit le livre dont nous donnons ici le titre. Ce titre est peut-être trop général : comme l'auteur le fait remarquer au début de la préface, c'est une étude des questions relatives à l'établissement des Européens dans les pays chauds et plus particulièrement dans les pays intertropicaux. A vrai dire, l'auteur, qui est Français, nous entretient presque exclusivement des contrées que la France possède dans ces régions, en Asie et en Afrique. Nous lui en ferons d'autant moins un grief, que si nous les comparons aux pays de même latitude de l'Amérique et de l'Océanie, les possessions françaises dont nous parlons sont les plus déshéritées sous le rapport du climat et que, plus que les autres, par conséquent, elles réclament l'intervention de l'hygiène. Mais je ne crains pas d'affirmer que les limites qu'il assigne à son livre ne font qu'en accroître l'intérêt. On sent qu'il a vu tout ce dont il parle ; que derrière l'écrivain, il y a le témoin consciencieux, instruit, expérimenté. D'ailleurs, dans une première partie, M. Treille décrit le climat des tropiques en général et nous initie aux conditions météorologiques si particulières de ces régions. Il trouve l'occasion de signaler, en passant, l'influence préventive et curative des altitudes intertropicales en ce qui concerne la malaria et la tuberculose pulmonaire, alors qu'elles paraissent sans effet sur le développement d'autres maladies infectieuses. L'altitude ne paraît pas, d'ailleurs, jouir d'un privilège exclusif vis-à-vis de la phtisie. De tous temps, les mers chaudes de l'Afrique ont bénéficié de la même réputation que les hauteurs, pourvu, bien entendu, que la maladie ne fût pas parvenue à un degré avancé.

L'action du climat intertropical sur les diverses fonctions de l'organisme est loin d'être tonique et vivifiante. Nous croyons, au contraire, exprimer une opinion exacte, en disant qu'elle les compromet presque toutes et qu'elle place en état d'imminence

morbide l'Européen qui débarque aux tropiques. Cette opinion étayée de nombreuses et intéressantes considérations ne devrait jamais lui échapper : elle serait sa sauvegarde dans un milieu qui lui est si hostile.

L'étude des climats régionaux amène naturellement l'auteur à considérer en eux-mêmes et par comparaison les continents, les régions maritimes et les îles. Il donne les causes de leurs différences de température et d'humidité, et se prononce nettement en faveur du climat insulaire. Il en arrive alors à examiner les conditions sanitaires propres au Tonkin, à l'Annam, à la Cochinchine, au Cambodge, au Soudan, à la Côte d'Ivoire, à la Guinée, au Dahomey, au Congo, à Madagascar, subdivisant ainsi son chapitre en autant de parties, qu'il faut lire et qui fourmillent d'intérêt.

Jusqu'ici, nous ne nous sommes occupé que du milieu dans lequel le colon doit vivre et qu'il ne peut modifier. Nous allons le suivre dans les divers actes qu'il doit poser presque à son gré, et qui exercent une influence si considérable sur sa santé. Nous voudrions le guider, avec M. Treille, dans les mille circonstances d'une vie à laquelle il est si étranger et dont il doit payer les moindres erreurs, volontaires ou non, par la maladie ou la mort. Mais nous devons nous borner et l'engager à se conformer minutieusement aux recommandations de M. Treille, en ce qui concerne l'emplacement de l'habitation, la préparation du terrain, l'orientation, le choix des matériaux, la distribution intérieure, l'ameublement, l'hygiène de la maison et l'hygiène des rues.

« L'acclimatement est l'indigénat obtenu par rapport au climat; dès lors, rien de plus juste que de s'enquérir des principes généraux auxquels obéissent les peuples indigènes en matière d'alimentation. Or, aux tropiques, l'alimentation de l'indigène est surtout végétarienne. »

Cette constatation devrait avoir pour l'Européen toute la force d'un principe, et le décider à ne faire aux pays chauds qu'un usage très modéré de la viande. Mais c'est dans l'usage des boissons alcooliques fermentées et distillées qu'il doit faire le sacrifice absolu de ses goûts. Le vin de bonne qualité peut être consommé avec mesure ; l'alcool doit être absolument proscrit. M. Treille en donne les multiples et véridiques raisons, et j'estime que le chapitre qui les contient constitue un plaidoyer éloquent et nullement exagéré en faveur de la thèse de l'auteur. Au point de vue pratique, c'est la partie la plus importante du livre. Elle mérite à elle seule que les *Principes d'hygiène coloniale* soient

répandus partout où il y a des colons ; ils en seront la sauvegarde. Et de fait, l'alcool n'affecte-t-il pas le système nerveux de mille façons et n'en vient-il pas à affaiblir la vigueur morale de l'individu dans une contrée où il a besoin de tant d'énergie ? D'ordinaire, c'est le système digestif qui se trouve le premier frappé de proche en proche dans les fonctions stomacales, duodénales et intestinales. Il en résulte un catarrhe gastro-intestinal dont on peut guérir, mais qui peut favoriser aussi l'éclosion de maladies microbiennes : dysenterie, choléra, hépatite, fièvre bilieuse hématurique, etc. Car si l'alcool n'est pas la cause obligée de tous les maux, il semble, comme tout mauvais régime d'ailleurs, préparer l'organisme à les recevoir. Quant au vin, je viens de dire que l'on peut en faire usage en quantité modérée, et pourvu qu'il soit de bonne qualité. Car on ne doit pas oublier qu'il contient de l'alcool et qu'à ce titre il est capable de troubler la chymification et, avec elle, toute la série des actes digestifs. Il en résulte souvent de la constipation, d'autant plus que l'exagération de la sécrétion sudorale tend à diminuer les sécrétions intestinales. Or, la constipation n'est que trop souvent le prélude des maladies microbiennes à point de départ intestinal. Elle favorise le développement des germes et en exalte la virulence, sans compter qu'elle trouble la circulation du sang dans les parois intestinales, qu'elle altère les sécrétions de l'intestin et favorise ainsi la résorption des produits anormaux ; sans compter encore qu'elle gêne la circulation hépatique et splénique, d'où découle particulièrement la prédisposition morbide du foie.

Comme on le voit, la question de l'alcool et du vin est d'importance majeure aux pays intertropicaux.

Le chapitre de l'alimentation contient, d'ailleurs, une foule de renseignements utiles que je ne puis énumérer ici, mais dont le lecteur fera son profit.

Le régime de vie, objet du cinquième chapitre, concerne la distribution des repas, l'emploi du temps, les pratiques hygiéniques (bain, sieste, massage) que doit suivre l'Européen aux pays chauds.

Enfin, M. Treille termine son beau livre par l'exposé des réflexions que lui inspirent les colonies intertropicales de l'Afrique et de l'Asie. Si le Brésil, certaines régions même équatoriales de l'Amérique, certaines îles de l'Océanie sont colonisables, il n'en est pas de même des contrées africaines et asiatiques dont nous avons parlé. Ici il importe que le colon soit relevé après peu d'années de séjour, deux ans, trois ans au plus, et qu'il ne contracte un

nouvel engagement qu'après avoir réparé ses forces en Europe. Car s'il résiste aux fièvres infectieuses, il succombera à l'anémie qui l'envahira certainement malgré l'observation scrupuleuse des lois de l'hygiène. Sa prospérité matérielle est, d'ailleurs, impossible. Non seulement son organisme succombe au climat, mais l'indolence et le peu de vigueur de l'indigène ne lui apportent point d'assistance productive. L'Afrique et l'Asie intertropicales ne peuvent donc être exploitées par des colons à demeure ; elles ne peuvent l'être que par des sociétés commerciales.

Puissent ces considérations ouvrir bien des yeux et dissiper de nombreux rêves !

Dr A. Dumont.

XII

Institutiones philosophiae moralis et socialis quas in Collegio maximo Lovaniensi Societatis Jesu tradebat A. Castelein, S. J. Un volume in-8° de 663 pages. — Bruxelles, Société belge de Librairie, 1899.

Il est superflu de recommander aux lecteurs les ouvrages du R. P. Castelein : il suffit de les signaler à leur attention.

Bien connu par ses travaux théologiques, philosophiques, économiques, le savant professeur vient de publier les leçons de philosophie morale et sociale qu'il professe à Louvain. Fidèle à la tradition de l'enseignement théologique, il les offre au public en langue latine; mais le latin du R. Père est clair et ne l'empêche pas de citer au hasard de sa vaste érudition les auteurs les plus modernes, tels que M. Fouillée ou Jules Simon.

L'auteur s'est arrêté avec complaisance aux problèmes de morale sociale, et tout particulièrement à la question du salaire à laquelle il ne consacre pas moins de quarante pages.

Comme exemple de sa manière, nous citerons la thèse XXIV relative à l'*intérêt*.

Les cent dernières pages de l'ouvrage, écrites en langue française, contiennent divers appendices d'un haut intérêt. Le R. Père y traite des systèmes positivistes (II) ; il y fait aussi l'histoire résumée du socialisme jusqu'au seuil du xixe siècle (III), et termine son traité par un exposé critique des systèmes économiques modernes (V), après avoir consacré un chapitre fort intéressant aux résultats du développement de l'industrie moderne dans l'ordre économique (IV).

E. V. S.

REVUE

DES RECUEILS PÉRIODIQUES

ANTHROPOLOGIE

Gisement paléolithique d'Aphontova-Gora (Russie orientale) (1). — On a signalé, sur plusieurs points de la Russie, des gisements paléolithiques qui paraissent mettre hors de doute la contemporanéité de l'homme et de la faune quaternaire. Cependant les silex qui en provenaient, ne ressemblaient pas à ceux qui caractérisent nos gisements occidentaux ; d'où il résultait une certaine indécision dans l'esprit des archéologues. Pour la première fois, au Congrès international d'anthropologie et d'archéologie préhistorique, tenu à Moscou en 1892, M. Savenkov apporta des bords de l'Iénisséi, une série d'instruments en pierre reproduisant nos types moustériens. Quatre ans plus tard, en 1896, M. le Bon de Baye a visité le lieu de la découverte qui porte le nom d'Aphontova-Gora et se trouve aux environs de Krasnoïarsk. Voici ce que le savant explorateur a constaté.

Le sommet d'Aphontova-Gora est porphyrique. Le versant de cette montagne du côté de Krasnoïarsk se trouve recouvert, jusqu'à une certaine hauteur, d'un dépôt de loess ou de limon reposant sur une couche de cailloux roulés. Le loess atteint une puissance de près de 6 mètres ; il est interrompu, à des intervalles irréguliers, par des zones peu épaisses de cailloux.

Les fossiles se trouvent exclusivement à la base du loess. M. de Baye y a recueilli lui-même, en place, le Mammouth, le *Bison priscus* et le Renne. Les instruments sont faits avec des

(1) L'ANTHROPOLOGIE, 1899, p. 172.

cailloux roulés, empruntés à des roches variées, d'origine silurienne ou dévonienne. Les échantillons rapportés par M. de Baye sont en quartzite. Ils se composent de pointes, de disques, de racloirs, dont quelques-uns sont doubles, de lames, de galets dont on a enlevé des éclats.

M. de Baye a constaté que le gisement paléolithique se prolonge avec les mêmes caractères sur l'autre rive de l'Iénisséi.

La grotte du Pape à Brassempouy (Landes) (1). — Les dernières fouilles de MM. Piette et de la Porterie, à la grotte du Pape, ont donné des résultats assez imprévus.

Le dépôt archéologique de la grande galerie, dont l'épaisseur varie de $0^m,90$ à $1^m,38$, renfermait, dans toute son épaisseur, des os gravés, décorés de figures d'équidés et de bovidés. A la partie inférieure, les explorateurs ont recueilli une gravure en champlevé représentant un phoque. A toutes les hauteurs ils ont rencontré des poinçons et des lissoirs en os. Sur certains points il y avait surtout des os taillés en forme de spatule; ou bien portant de ces entailles qu'on désigne ordinairement sous le nom de marques de chasse. M. Piette croit y voir des caractères magiques. On cite également la trouvaille d'une aiguille en os. Enfin les flèches du type solutréen n'étaient pas rares dans la partie inférieure et moyenne de cette assise à gravures. A la partie supérieure on a recueilli surtout des flèches à cran et des pointes à pan rabattu. Cette association d'os gravés et de silex taillés du type solutréen est en opposition avec les idées généralement admises par les palethnologues, qui, plaçant les gisements à gravures dans le magdalénien, en font un étage distinct du solutréen.

M. Piette, concluant d'après les faits qu'il a observés dans le midi de la France, pense que le solutréen n'est pas un étage ; mais seulement un facies particulier des assises magdaléniennes. Loin d'affleurer à la base des couches à os gravés, il en forme au contraire le couronnement. M. Piette propose donc de supprimer les mots " étage solutréen „ et de conserver l'épithète de solutréen pour désigner seulement certaines formes d'armes en silex.

J'ai exposé les mêmes idées au Congrès scientifique international des catholiques, tenu à Bruxelles en 1894. Cette manière de voir résultait de mes propres observations à la station type

(1) L'ANTHROPOLOGIE, 1898, p. 531.

de Solutré, où les silex solutréens sont mélangés à des formes magdaléniennes (os gravés, statuettes en pierre, etc.).

C'est ce qu'on observe dans un grand nombre de gisements et dans celui de Laugerie-Haute souvent cité comme solutréen. D'après des *on dit*, recueillis par M. Piette, on aurait trouvé deux gravures sur os à la partie supérieure de ce gisement. Lartet et Christy y avaient rencontré le harpon, caractéristique du magdalénien.

Nouvelles fouilles dans les cavernes d'Engis (1). — Les cavernes d'Engis, rendues célèbres par les fouilles de Schmerling, qui y découvrit en 1830 le crâne humain connu sous le nom de crâne d'Engis, ont été explorées depuis par M. Dupont, puis par M. Fraipont, et en dernier lieu par M. Doudou. Ce dernier vient de publier le compte rendu de ses recherches, qui confirment, sur des points importants, les résultats acquis par ses devanciers. Elles ont eu pour objet principal deux grottes encore inexplorées. M. Doudou désigne la première sous le nom de caverne funéraire, nom justifié, comme nous allons le voir, par la découverte de plusieurs squelettes humains.

Le terrain de remplissage formait plusieurs zones distinctes : à la surface, des blocs calcaires éboulés provenant de la voûte, formaient une première couche de $0^m,20$ à $0^m,30$ d'épaisseur. A la partie inférieure de cette couche se trouvaient les ossements d'un renne, mort à l'entrée de la grotte. La zone suivante était constituée par un amas compact d'ossements de petits animaux, rongeurs et insectivores. La troisième assise, composée de limon jaunâtre et de cailloux roulés, se terminait par une couche archéologique où l'on a rencontré sur un lit de pierres portant des traces de feu, des débris de poterie grossière, faite à la main ; trois instruments en silex, un couteau, une pointe moustérienne, un racloir et quelques os de *Rhinoceros tichorhinus*, d'ours et de lion des cavernes, de cheval et de bœuf *(Bos primigenius)*.

Au-dessous des pierres du foyer se trouvaient quatre squelettes d'adultes et un d'enfant que M. Doudou considère comme paléolithiques, ainsi que la poterie rencontrée dans le foyer au-dessus des sépultures.

Dans un abri situé entre la deuxième et la troisième grotte, M. Doudou a recueilli sous une épaisse couche de stalactite de

(1) L'ANTHROPOLOGIE, 1899, p. 522.

nombreux silex taillés présentant des types variés, moustériens, solutréens, magdaléniens, des os travaillés, des débris de pachydermes, de ruminants et de carnassiers, et enfin des fragments de poterie grossière.

L'usage de la poterie à l'époque paléolithique est très discuté en France et tenu pour douteux. Il n'en est pas de même en Belgique, où d'excellents explorateurs ont, à plusieurs reprises, recueilli des tessons de poterie, dans des gisements paléolithiques et dans des conditions qui laissent peu de place au doute. Les grottes étudiées par M. Doudou n'ont livré, à l'exception de la poterie, aucun objet qui pût faire penser à un remaniement de l'époque néolithique. La poterie ne diffère pas de celle que M. Fraipont avait déjà rencontrée dans la deuxième caverne d'Engis.

Si l'on admet que cette poterie soit paléolithique, il n'y a aucune raison pour ne pas attribuer les squelettes à la même époque.

Les sépultures des grottes de Menton (1). On se souvient que des sépultures découvertes en 1892, dans une des grottes de Menton, la *Barma grande*, provoquèrent entre notre collaborateur et ami M. d'Acy et M. le Dr Verneau, une vive polémique. M. Verneau prétendait que les sépultures étaient plus récentes que le dépôt quaternaire qui les contenait. Les objets de parure, les silex taillés, la faune dont on avait recueilli les débris autour des squelettes devaient, d'après lui, faire attribuer les sépultures au début des temps actuels. M. d'Acy, au contraire, s'appuyant principalement sur les rites funéraires observés à la *Barma grande* et déjà rencontrés dans d'autres sépultures quaternaires, pensait qu'il n'y avait pas lieu de rajeunir les squelettes de Menton et de les séparer chronologiquement du terrain de remplissage paléolithique où ils s'étaient trouvés (2).

M. Verneau vient de revenir sur cette question, sous prétexte que des faits nouveaux se sont produits, qui l'obligent à modifier ses premières conclusions (3). Ces faits nouveaux datent de 1894 et sont, par conséquent, antérieurs à la polémique qui vient d'être rappelée. Mais il est toujours temps de reconnaître loyalement qu'on s'est trompé. Il s'agit de deux nouveaux squelettes

(1) L'ANTHROPOLOGIE, 1899, p. 439.
(2) Voir REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES, no d'octobre 1894.
(3) L'ANTHROPOLOGIE, 1899, p. 439.

trouvés dans des conditions identiques à celles dans lesquelles on rencontra les premiers.

L'un de ces squelettes, le quatrième de la série, fut découvert le 12 juillet 1894, à six mètres en arrière des premiers, plus près du fond de la caverne et à un niveau plus élevé. Il était tourné dans le sens de la longueur de la galerie, la tête au sud et recouvert en partie par trois pierres plates d'assez grande dimension. Celle qui recouvrait la tête reposait sur trois autres blocs.

Les objets recueillis auprès des corps sont les suivants : un morceau de gypse, deux canines de cerf, trois pendeloques en os ornées de stries, quelques spécimens perforés de *nassa neritea*. Cet homme était donc accompagné des mêmes objets de parure que les premiers. Il devait avoir, comme eux, une résille ornée de nasses. Comme eux, il présentait les traits propres à la race dite de Cro-Magnon.

Un cinquième squelette du même type fut rencontré quelques mois plus tard, vers le fond de la grotte, à $0^{m},80$ environ en arrière des pieds du précédent et à peu près au même niveau. Il avait les cuisses fléchies sur le bassin et les jambes ramenées sous les cuisses. A côté de ces squelettes, on a ramassé quelques nasses perforées. Le corps était entièrement carbonisé et l'incinération avait dû se pratiquer sur place, à la surface du sol ou dans une fosse peu profonde, tous les os étant encore dans leur position anatomique. Au moment de l'inhumation le remplissage, qui a aujourd'hui 8 m. d'épaisseur, n'arrivait qu'à un niveau bien moins élevé.

La couche archéologique où gisaient les squelettes appartient incontestablement à l'âge du Renne. On y a recueilli un fragment de mâchoire de cet animal, la première trouvée à la *Barma grande*. Les silex taillés sont peu caractéristiques ; ils consistent en pointes finement retaillées d'un seul côté, en grattoirs, perçoirs, burins, etc., rappelant les types de la Madeleine, des Eyzies, de Bruniquel et de Reilhac. Cette assise de l'âge du Renne repose sur une couche à éléphants où se trouvent des silex taillés d'un type différent.

Dans ses premiers mémoires, M. Verneau avait appelé l'attention sur la différence qui existe entre les objets de parure trouvés au contact des squelettes et ceux récoltés en d'autres points de la grotte. Les premiers sont mieux travaillés que les autres ; il en concluait qu'ils devaient être plus récents. Aujourd'hui, M. Verneau reconnaît que ces objets peuvent être quaternaires. « Il ne m'en coûte nullement, dit-il, de faire amende honorable,

et je déclarerai volontiers que ni les objets de parure, ni les lames de silex trouvés auprès des squelettes n'ont un facies vraiment néolithique..; tous les cadavres remonteraient à la fin de l'âge du renne, car les uns gisaient à la surface d'une couche de $0^m,70$ à $0^m,75$ d'épaisseur, qui renfermait des silex magdaléniens et une mâchoire de *cervus tarandus*, et les autres avaient été inhumés dans des fosses creusées dans l'épaisseur de cette même couche. Ainsi s'explique la différence constatée entre les silex trouvés au contact des squelettes et ceux contenus dans l'assise franchement magdalénienne ; ainsi s'explique également la ressemblance entre les objets de parure en os de nos sépultures et ceux de l'âge du renne. „ M. Verneau aurait pu ajouter qu'il revient à peu près aux conclusions formulées, il y a quatre ans, par M. d'Acy.

Si l'on s'étonnait de voir pratiquer l'incinération à l'époque quaternaire, je me permettrais de rappeler que le fait n'est point absolument nouveau. Parmi les squelettes recueillis sur les foyers de Solutré, plusieurs portaient des traces de l'action du feu. A Solutré comme à Menton, des pierres brutes entouraient parfois les corps, au moins dans la région de la tête.

Ces constatations réduisent à leur juste valeur les critiques soulevées à l'occasion d'une statuette féminine en stéatite achetée par le Musée de Saint-Germain, comme provenant des assises paléolithiques de la *Barma grande*. Cette statuette présente la plus grande analogie avec des objets similaires recueillis à Laugerie-Basse et à Brassempouy, au même niveau archéologique (1).

Abri des Salucce à Bréonio (Italie) (2). — Les classifications basées sur les formes des instruments en pierres taillées sont journellement prises en défaut. Bonnes pour établir un certain ordre dans un musée et ranger ensemble des objets analogues, elles n'ont aucune valeur chronologique. On a prétendu, par exemple, que le tranchet était un type du début du néolithique (époque campignienne de M. Salmon), et que les flèches à ailerons étaient d'une époque plus récente. L'abri sous roche des Salucce, aux environs de Vérone, a fourni à M. Adrien de Mortillet des faits tout différents : les couches supérieures renfermaient des

(1) L'Anthropologie, 1898, pp. 26 et 613; Bullet. de la Soc. d'Anthropologie de Paris, séance du 7 avril 1898, p. 146.

(2) Bullet. Soc. d'Anthropologie de Paris, t. X, 4e série, p. 49.

tranchets avec des pointes de javelot en losange et en feuille de laurier rappelant celles de Solutré. Les pointes à barbelures et à pédoncule se trouvaient dans les couches inférieures. M. Adrien de Mortillet a profité de cette circonstance pour déclarer que son père n'avait introduit le campignien dans sa classification " que tardivement, après beaucoup d'hésitation et avec une certaine réserve et cela par excès de bonté, on peut même dire de complaisance, afin de ne pas contrarier l'inventeur de cette malencontreuse époque „. Cet aveu est bon à retenir. Le campignien n'est qu'une affaire de complaisance.

Les Égyptiens primitifs. — Pendant longtemps nos connaissances positives touchant l'antiquité égyptienne ne dépassèrent pas l'époque des pyramides et la IVe dynastie. L'Égypte était alors en possession de tous les éléments qui donnèrent un caractère si spécial à la civilisation de la vallée du Nil. La religion, la langue, l'écriture, les coutumes funéraires, l'industrie avaient acquis leurs traits essentiels. L'art avait atteint un degré de perfection qu'il ne dépassa pas pendant les siècles qui suivirent. Les explorations récentes de MM. Amelineau, Flinders Petrie, Guibell, de Morgan ont fait connaître les préludes de cette belle civilisation, en mettant au jour des monuments contemporains des trois premières dynasties ; ils appartiennent presque tous à la classe des monuments funéraires.

Les uns présentent déjà tous les caractères de la civilisation pharaonique. Les autres, au contraire, révèlent une industrie plus primitive, formant le passage entre l'industrie néolithique et l'âge des métaux. Pour M. de Morgan, ces derniers seraient les sépultures des indigènes de la vallée du Nil, et les premiers renfermeraient les restes d'une race conquérante et étrangère qui aurait apporté avec elle les métaux et les éléments divers de la civilisation pharaonique. M. Petrie pense, au contraire, que la civilisation pharaonique est indigène et que les tombes caractérisées par l'aspect primitif de leur mobilier funéraire représenteraient les sépultures d'une race étrangère *(a new race)*, peut-être originaire de la Libye, qui aurait envahi la vallée du Nil sans se mêler avec la population égyptienne.

Une troisième hypothèse, plus facile à concilier avec les faits, consisterait à considérer ces différentes sépultures comme représentant les phases successives d'évolution d'une même race, qui se serait développée sur place, avec les ressources que lui fournissaient le pays ou les régions voisines situées dans son rayon d'activité.

De nouvelles recherches, méthodiquement conduites, sont encore nécessaires pour établir avec certitude les relations chronologiques et autres des nombreux monuments mis au jour et attribuables aux primitifs habitants de l'Égypte.

En attendant, leurs ossements vont peut-être nous renseigner sur quelques-uns des problèmes actuellement posés.

M. de Morgan a publié, à la suite du compte rendu de ses explorations (1), un appendice de 112 pages où M. le Dr Fouquet étudie plusieurs séries d'ossements dont 113 crânes, provenant de cinq nécropoles primitives de la race présumée indigène : Beit-Allam, Négadah sud, Kawamil, Négadah nord et Gebel-Silsileh.

M. Fouquet pense que l'ensemble de la série n'est pas homogène: il trouve des analogies entre ces Égyptiens et les Guèbres de l'Inde, les Hottentots, les Boschimans, les Berbères, les Persans et les Pélasges décrits par Norton.

Ces conclusions ont été discutées à la Société d'Anthropologie de Paris (2). Pour M. Zaborowski la série serait, au contraire, très homogène : elle appartiendrait à la race blanche méditerranéenne ; les rapprochements proposés par M. Fouquet avec d'autres races seraient de pure fantaisie.

M. Verneau conteste cette manière de voir. L'indice céphalique de la population égyptienne primitive varie de 66,9 à 80,4, ce qui indique certainement un mélange de races. D'après l'examen de photographies qu'il met sous les yeux de ses collègues, M. Verneau distingue trois types.

Le premier, au crâne surbaissé, offre une saillie notable des bosses pariétales. Quand on examine la *norma verticalis*, la tête présente une forme pentagonale. La figure 20 du mémoire de M. Fouquet correspond à ce type.

Le second est moins surbaissé et bien développé dans le sens vertical; le diamètre antéro-postérieur est remarquablement allongé; les bosses pariétales sont complètement effacées et la *norma verticalis* régulièrement elliptique.

Le troisième type est plus grossier et ne se dégage pas aussi nettement.

Les deux premiers types existaient encore, d'après les recherches de M. Verneau, chez les Égyptiens de l'époque historique.

(1) *Recherches sur les origines de l'Égypte*, II, 1897. Appendice.

(2) Bulletins de la Société d'Anthropologie de Paris, 4e série, t. IX, 1898, p. 597.

L'examen des photographies présentées par M. Verneau, modifia les premières impressions de M. Zaborowski. Il découvrit, dans les reproductions, des faces du type de Cro-Magnon. Mais la grande majorité des crânes lui sembla relever d'un visage peu large, à nez assez court ou du moins moyennement large et à orbites carrées, de dimensions moyennes ou faibles. A ces individus conviendrait, dit-il, l'épithète de protosémites. C'est ce type, à tégument foncé, qui aurait absorbé l'élément nord-africain de Cro-Magnon; de lui surtout descendraient les Égyptiens pharaoniques.

M. le Dr Fouquet avait invoqué, en faveur de l'origine libyenne ou berbère de quelques-uns des squelettes examinés par lui, des cheveux blonds trouvés dans quelques sépultures.

M. Virchow, ayant étudié ces cheveux au microscope, constata que leur coupe n'était pas celle des Libyens. Il pense que leur couleur pâle provenait simplement d'une décoloration posthume.

En résumé, l'anthropologie ne nous renseigne guère mieux que l'archéologie sur l'origine des Égyptiens. Tout ce que nous savons c'est que, dès les temps les plus reculés, la population de la vallée du Nil était une population mêlée, comme elle l'a toujours été depuis, et qu'elle présentait déjà quelques-uns des types qu'on retrouve ensuite aux époques historiques. On pourrait ajouter que plusieurs de ces types se sont perpétués jusqu'à nos jours. Tels on les voit sur les monuments de l'époque pharaonique, tels on peut encore les retrouver sur le vivant, parmi les fellahs du bord du Nil. Ils caractérisent, dans le passé comme dans le présent, la race égyptienne et lui assignent une place à part parmi les races blanches nord-africaines, entre les sémites d'Asie et les nègres d'Afrique.

L'étain et les Phrygiens (1). — Sur la foi de passages mal interprétés de Diodore de Sicile et de Strabon, on a attribué aux Phéniciens le monopole du commerce de l'étain dans l'antiquité. M. S. Reinach a rappelé que le plus ancien témoignage attribuant le commerce de l'étain aux Phéniciens n'est pas antérieur au VIe siècle avant notre ère et se trouve dans la Bible. Ézéchiel, vers 580, rapporte que la ville de Tyr faisait venir l'étain de Tarshis, c'est-à-dire du sud de l'Espagne. M. Reinach ajoute que deux textes des *Fabulæ* d'Hygin et des *Variarum* de Cassiodore nous apprennent le nom du personnage auquel les Grecs attri-

(1) L'ANTHROPOLOGIE, 1899, p. 397.

buaient l'invention de l'étain. L'un et l'autre désignent Midas, roi de Phrygie. Midas est un roi mythique, élève d'Orphée, qu'on pourrait placer, d'après M. Reinach, dans la seconde moitié du xe siècle.

Or, la chronique d'Eusèbe nous a conservé un fragment de Diodore qui énumère les peuples ayant exercé l'empire de la mer depuis la guerre de Troie jusqu'à l'invasion de Xerxès. Ils sont au nombre de 17 et commencent par les Lydiens, les Pélasges, les Thraces, les Rhodiens, puis les Phrygiens et les Phéniciens.

La thalassocratie Rhodienne dure de 916 environ à 903 ; après quoi commence celle des Phrygiens, suivie, en 824, par celle des Phéniciens.

Strabon nous apprend que longtemps avant les Olympiades — qui commencent en 776 — les navires rhodiens poussaient jusqu'aux côtes de l'Espagne et qu'ils avaient colonisé les Baléares, aussitôt après la guerre de Troie. On peut supposer que les Rhodiens ont montré aux Phrygiens le chemin par mer des îles Cassitérides où ces derniers allèrent chercher l'étain ; mais bien avant l'an mille, ce métal devait pénétrer par voie de terre, dans le sud et dans l'est de l'Europe, dans l'Asie antérieure et même jusqu'en Égypte où l'on a trouvé, dans des tombes de la Ve dynastie, des grains d'ambre, autre produit du Nord, venu peut-être avec l'étain.

La caverne d'Eberhardt (Patagonie) (1). — Le capitaine Eberhardt et plusieurs officiers de la République argentine, visitant, en 1895, une caverne située à quelques kilomètres de Puerto Consuelo sur le versant méridional d'un chaînon de la Cordilière, y trouvèrent un morceau de peau, couvert de poils d'un côté et présentant à la surface interne une multitude de petits osselets, de la grosseur d'un pois, qui ne pouvait provenir que d'un grand édenté, voisin du Mylodon.

Depuis cette époque, la caverne, connue désormais sous le nom de caverne d'Eberhardt, fut explorée à différentes reprises. Dans les premiers mois de l'année 1899, elle reçut la visite de M. Erland Nordenskjold, fils du célèbre voyageur et, plus récemment encore, celle du Dr Rodolfo Hauthal. L'un et l'autre y firent des fouilles qui ont mis au jour de nombreux ossements de

(1) La Nature, du 30 décembre 1899, p. 75 ; Comptes rendus de l'Académie des Sciences, séance du 26 décembre 1899.

l'animal auquel devait appartenir le fragment de peau précédemment retrouvé, et que M. A. Ameghino avait assimilé au Mylodon et dénommé *Mylodon Listaï*.

M. Gaudry, qui eut l'occasion d'étudier à Stockholm les pièces rapportées par M. Nordenskjold, considère le prétendu Mylodon comme identique à une espèce fossile, autrefois désignée sous le nom de *Glossotherium Darwini*. C'est un mylodon avec une cloison médiane des narines. M. Nordenskjold a constaté que le remplissage de la caverne, sur le point qu'il a fouillé, présentait trois couches superposées et que les débris du néomylodon provenaient du niveau inférieur, où l'on trouve également les ossements d'un équidé d'espèce éteinte.

Les recherches de M. Hauthal, postérieures à celles de M. Nordenskjold, ont mis au jour une zone épaisse de $1^{m},20$, s'étalant immédiatement sous l'humus et formée presque entièrement des excréments et des os du néomylodon. On y trouve aussi des restes de cheval, de cerf, de lamas ; ceux d'un grand carnassier probablement éteint, et des ossements humains. Des traces de foyers et des os d'animaux travaillés par l'homme, indiquent aussi que ce dernier a séjourné dans la grotte. Il utilisait comme combustible les excréments du néomylodon et les brûlait.

Des faits qui précèdent, le Dr Hauthal tire l'étrange conclusion que le grand édenté, qu'il qualifie du nom de *gryptotherium domesticatum*, aurait vécu à l'état de domestication dans la caverne d'Eberhardt.

La plupart des naturalistes considèrent le néomylodon comme éteint depuis longtemps. Mais les gens du pays prétendent qu'il vit encore. Certains affirment l'avoir vu. De nombreux explorateurs sont à la recherche de l'*animal misterioso*, et le public argentin attend avec une vive curiosité le résultat de ces poursuites.

Il est certain que les ossements recueillis jusqu'à présent sont dans un état de conservation extraordinaire. Des tendons et des fibres musculaires adhèrent encore aux différentes parties du squelette. Mais cette conservation remarquable peut s'expliquer par le climat extrêmement sec de la Patagonie, comme le fait remarquer M. Giraud dans un compte rendu publié par La Nature. Il en est de même des momies d'Indiens déposées depuis des siècles dans les cavernes de la région.

Sans croire à la survivance du néomylodon, qui rappelle les fables analogues ayant cours dans l'Asie septentrionale à propos du mammouth, il est possible que le grand édenté américain ait

été réellement le contemporain de l'homme, à une époque relativement peu ancienne. De nouvelles explorations, dans d'autres gisements, sont nécessaires pour élucider la question. Elles nous apprendront s'il faut réellement croire à la domestication d'un animal monstrueux dont l'homme avait, semble-t-il, peu de services à attendre. L'utilisation des résidus excrémentitiels comme combustible ne prouve nullement que l'homme et le mylodon aient vécu ensemble sous les voûtes de la grotte d'Eberhardt.

A. A.

CHIMIE

—

Le calcium. — Dans un précédent bulletin (1) nous avons parlé de certaines recherches de l'illustre chimiste français, M. H. Moissan, et nous avons cité en particulier la préparation du calcium que ce savant a su réaliser. Aujourd'hui que nous avons des renseignements plus détaillés sur cet élément (2), nous allons compléter ces premières indications. Ce retour sur un sujet déjà traité est justifié par l'intérêt que présente cet élément dont les combinaisons sont si nombreuses et si importantes.

Le calcium, on se le rappelle, a été obtenu par M. Moissan à l'état pur par la décomposition de l'iodure de calcium au moyen du sodium. Le calcium fondu se dissout dans le sodium dont on a eu soin de prendre un grand excès. La masse devenue solide est traitée par l'alcool absolu qui dissout le sodium en laissant le calcium intact. Pour déterminer le point de fusion de celui-ci, M. Moissan a aggloméré les petits cristaux de calcium en les comprimant fortement dans un moule métallique. Le petit cylindre ainsi obtenu a été ensuite fondu par la flamme du chalumeau oxhydrique. Au moyen de la pince thermo-électrique de M. Le Chatelier, on a déterminé le point de fusion que l'on a trouvé égal à 760 degrés.

Par ses autres propriétés physiques et chimiques, le calcium

(1) Revue des Questions scientifiques, avril 1899.
(2) Bulletin de la Société chimique de Paris, 3e série, t. XXI, p. 897.

ETHNOGRAPHIE ET LINGUISTIQUE

—

L'ethnographie et la science préhistorique. — Dans une leçon faite à l'École d'anthropologie de Paris, M. L. Capitan a précisé de la façon suivante le rôle que l'ethnographie est appelée à tenir dans les recherches préhistoriques et l'interprétation de leurs découvertes (1).

L'ethnographie vient, dans la science préhistorique, après la géologie. Quand celle-ci a fait connaître les objets trouvés, leur composition, leur forme, leurs rapports divers avec les milieux, et parfois même leur âge, l'ethnographie doit intervenir pour faire comprendre la valeur sociologique des ustensiles et des instruments. Les notions ethnographiques établies au sujet de certaines populations encore aujourd'hui demeurées au stade d'une civilisation primitive, peuvent éclairer la signification de certains objets, leurs usages, leur mode d'emploi, leur rôle dans la vie des peuples anciens.

C'est pour l'époque néolithique que l'ethnographie prend une importance prépondérante. En effet, la géologie n'a plus alors qu'une part secondaire dans les recherches, puisque le gisement se détermine par lui-même.

L'ethnographie ne fournit pas seulement de précieuses indications sur les objets eux-mêmes, elle fait connaître les usages et les coutumes et nous permet de relever leurs traces précises dès les époques préhistoriques. De même, c'est par l'ethnographie comparée que l'on pourra avoir des éclaircissements sur l'état sociologique des peuples primitifs, en le déduisant de celui que révèlent aujourd'hui certaines populations sauvages qui s'en rapprochent à d'autres points de vue.

Ethnographie et Folklore. — Faut-il accorder quelque valeur aux éléments fournis par les traditions populaires pour la détermination des races ? Une controverse intéressante sur ce point s'est agitée naguère entre MM. Alfred Nutt et G. L. Gomme, à la *Folklore Society* de Londres.

Dans son adresse annuelle aux membres de la Société, le président, M. Alfred Nutt, semblait n'avoir pas accordé au folk-

(1) Revue de l'École d'anthropologie de Paris, t. IX, 1889, pp. 333-349.

lore grande voix au chapitre de l'ethnographie, et, en particulier, lui avait dénié toute autorité pour différencier les éléments des races (1).

M. Gomme a protesté contre cette conclusion. Auteur de l'ouvrage *Ethnology in Folklore* et d'un mémoire présenté à la session de 1896 de l'Association britannique, il est un tenant convaincu de la valeur des traditions populaires pour les études ethnologiques. M. Gomme a pris texte du discours présidentiel de M. Nutt pour exposer à nouveau les principes de la méthode de l'ethnographie folklorique (2). Nous ne pouvons qu'indiquer brièvement ce travail à ceux que ces questions intéressent. En effet, l'analyse en serait fort ténue et la pensée de M. Gomme est parfois si nuancée qu'on risque fort de la dénaturer en ne reproduisant pas les propres termes dont il s'est servi. Toutefois, nous ne dissimulerons pas que la thèse de M. Gomme ne nous a pas entièrement satisfait, et nous craignons bien que les principes posés par lui aboutissent, en certaines données, à des conclusions assez inattendues.

M. Nutt a répondu aux critiques dirigées par M. Gomme contre son discours présidentiel (3), et de plus infirmé, très judicieusement, quelques-unes des méthodes préconisées par lui.

Les races humaines. — M. Wilser nous donne, dans son mémoire intitulé *Menschenrassen* (4), un bon résumé des résultats actuellement acquis par la science ethnographique.

La question la plus intéressante que l'auteur y traite, concerne le centre d'apparition de l'espèce humaine. Pour M. Wilser, ce problème est lié à celui plus général du centre d'apparition de l'être vivant. Voilà une affirmation bien paradoxale, puisque la paléontologie nous apprend que la vie s'est manifestée sur notre globe, bien avant que l'homme y ait montré sa présence et que, aux diverses époques géologiques, les conditions climatériques ont, sur les mêmes points, changé du tout au tout. Les deux questions ne peuvent donc être aussi connexes que le pense M. Wilser.

Quoi qu'il en soit, l'auteur dont nous parlons croit que la première matière vivante n'a pu se produire qu'au sein des eaux et ce dans l'extrême Nord. En effet, à l'époque où la vie se montre,

(1) Folklore, t. IX, 1898.
(2) Ibid., t. X, 1899, pp. 129-143.
(3) Ibid., pp. 143-149.
(4) Verhandlungen des naturhist.-med. Vereins zu Heidelberg, t. VI, fasc. I.

le pôle austral est encore un continent, et les eaux tropicales ou voisines, même à une assez grande distance, des tropiques avaient une température trop élevée pour la conservation des germes vivants ; d'autre part, l'Océan Glacial Arctique, qui ne portait pas encore ce nom, se trouvait dans des conditions de température favorables au phénomène. L'homme aurait la même origine polaire et serait peu à peu, suivant la même route que les animaux et les plantes, descendu vers le Sud.

Tout cela est bien fantaisiste et croule si, ce que rien n'oblige à admettre, il n'est pas démontré que la vie est née au sein des eaux. Il n'est donc pas nécessaire, pour réfuter M. Wilser, de remarquer avec M. le Dr L. Laloy (1), que le *Pithecanthropus*, cet être intermédiaire, n'est point venu du Nord, mais était indigène à Java. Jusqu'à quand le *Pithecanthropus* continuera-t-il à usurper son rôle de faux précurseur ?

Races et nationalités. — Pas plus que d'autres sciences, l'ethnologie et l'anthropologie n'ont échappé à certains abus, nés de leurs progrès mêmes. Lorsque des recherches patiemment conduites ont mené à des résultats dont on ne pouvait qu'admirer l'ingéniosité, certains auteurs ont pensé qu'ils se trouvaient du coup en possession d'incontestables principes dont il leur serait loisible de faire une application générale.

C'est surtout dans la question des races et des nationalités que les principes prétendent intervenir d'une manière sûre. Pour ne citer que quelques noms, MM. J. Novicow et L. Gumplowicz ont cru résoudre de cette façon les luttes entre les sociétés humaines ; MM. Vacher de Lapouge et Gustave Le Bon ont cherché à expliquer par là les sélections sociales et à établir les lois physiques de l'évolution des peuples ; et M. G. de Mortillet a demandé aux mêmes éléments le secret de la formation de la nation française.

A voir ces applications aboutir souvent à des déductions étranges, on s'est demandé si les principes eux-mêmes étaient aussi solides qu'on le pensait. Le R. P. Roure a consacré naguère deux très bons articles à ce sujet (2) ; nous les signalons à toute

(1) L'Anthropologie, t. X, 1899, no 5, p. 596. A noter qu'une page plus haut, M. Laloy semble adhérer à une juste réflexion de M. G. Schwalbe et admettre, avec lui, qu'il faut être réservé avec l'expression de caractère pithécoïde.

(2) Études publiées par des Pères de la Compagnie de Jésus, t. LXXVIII, pp. 5-20, 217-234.

l'attention de nos lecteurs et nous allons les résumer brièvement.

L'auteur rappelle d'abord les principales théories de l'ethnographie anthropologique, pour laquelle " la notion de race ou de nationalité se ramènerait à une question de conformation du crâne ", et l'histoire du monde à celle de la lutte entre les dolichocéphales et les brachycéphales.

Contre cette interprétation, M. Fouillée a déjà protesté (1). Le R. P. Roure s'associe à ces réclamations fort justes dont il cite de longs extraits, en y ajoutant ses réflexions personnelles. En particulier, il insiste à nouveau sur l'abus du terme de *race*, qui dans le sens d'unité de souche a depuis longtemps perdu toute raison d'être. Les croisements s'étant multipliés à l'excès, " c'est naïveté que de chercher dans le sang celtique, dans le sang germain, dans le sang anglo-saxon, l'explication du caractère national ".

Après la conformation crânienne, on a fait état de l'influence des climats et des milieux. Sans dénier une part à cette action, le R. P. Roure montre d'un autre côté la réaction de l'intelligence et de la liberté, et, comme il le dit fort bien, " si le beau ciel d'Orient ne peut tirer les Turcs de leur torpeur, les glaces de l'Alaska ne ralentissent pas l'âpre ardeur des chercheurs d'or ". C'est M. Demolins qui a naguère rajeuni la théorie des milieux : pour lui, il y a un type social dérivé de l'art pastoral, un autre de l'exploitation des productions fruitières arborescentes, un troisième dérive de la petite culture, un quatrième de la grande culture, et voilà pourquoi il y a en France des Auvergnats, des Bretons, des Normands, des Lorrains, des Limousins, des Champenois ou des Corses. Le R. P. Roure ne réfute pas longuement ce système, qu'il croit bien près d'être tombé dans le ridicule.

Il y a une troisième catégorie d'ethnologues qui ramènent la notion de nationalité à celle de la communauté de langage. Question délicate, s'il en fut. En Belgique, quelqu'un a dit : " *De taal is gansch het volk* ", la langue est tout le peuple. Le R. P. Roure croit que faire de la nationalité une question de langue, c'est prendre les choses par le dehors, d'une façon matérielle et grossière. Sans doute, l'unité de langue n'est pas un indice certain

(1) *Psychologie du peuple français*, Paris 1898, pp. 119-120, 123, 126-127, 136-141. Voir aussi un intéressant article de M. Manouvrier, *L'Indice céphalique et la pseudo-sociologie* dans la REVUE DE L'ECOLE D'ANTHROPOLOGIE DE PARIS, t. IX, 1899, pp. 223-259, 280-296.

de l'unité de race; on sait comment, au cours des siècles, les peuples ont adopté l'idiome d'un vainqueur, ou d'autre part imposé leur langage à celui qui avait établi sur eux la suprématie pour tout le reste.

Après avoir signalé l'impuissance de certaines théories contemporaines à expliquer la formation des races ou des nationalités, le R. P. Roure aborde directement la solution du problème. On lira avec grand intérêt les développements que l'auteur présente sur ce sujet ; mais ces développements étant plus du domaine de la psychologie que de l'ethnographie, nous ne suivrons plus le R. P. Roure sur ce terrain. Contentons-nous de transcrire sa conclusion. " La nationalité est constituée moins par des éléments matériels tels que la configuration du sol, la nature du climat ou du travail, la langue, que par des éléments d'ordre intellectuel et moral... La libre activité des individus, l'éducation reçue, les institutions et les mœurs, l'action des génies supérieurs, la religion donnent aux divers groupements nationaux leur caractère propre et leur cohésion. „

Le peuple français. — L'étude que, sous ce titre, vient de publier le R. P. Boutié (1), semble, sans qu'il le dise, faire pendant à celle de son confrère le R. P. Roure. Elle a pour but de présenter du peuple français, et non de la race française, qui, au sens strict du mot, n'existe pas, une esquisse ethnographique et psychologique.

" Les Français d'aujourd'hui, dit l'auteur, sont formés de différentes races qui, à diverses époques, se sont établies sur le sol du pays... races préhistoriques, Celtes, Ibères, Ligures, Gaëls, Romains, Francs, Wisigoths, etc. „

Voici comment le R. P. Boutié procède. Il parcourt successivement toutes les régions de la France et cherche à déterminer la trace qu'y ont laissée les diverses populations qui se sont succédé. C'est ainsi qu'à Nîmes et à Narbonne, il a reconnu des traits du type romain ; aux environs de la Garde-Frainet, dans les monts des Maures, il a retrouvé les rejetons authentiques des Sarrasins, envahisseurs de cette contrée au IXe siècle. Dans les Pyrénées, voici la race ibérique avec les Basques ; au centre habitent les Gaulois Celtes ; en Normandie, le sang des pirates norwégiens et danois " régénéra les vieilles populations gallo-romaines de la Neustrie „ ; dans le Nord dominent les Flamands.

(1) ÉTUDES PUBLIÉES PAR DES PÈRES DE LA COMPAGNIE DE JÉSUS, t. LXXXI, 1899, pp. 487-510, 627-652.

En général, ces déterminations des éléments qui ont concouru à la formation des diverses populations occupant aujourd'hui les différentes parties de la France, sont fort exactes et empruntées, du reste, aux meilleurs travaux contemporains (1). Au cours de cette énumération, l'auteur cherche à caractériser, en quelques traits principaux mais typiques, la nature physique et morale des peuples qu'il rencontre et qu'il décrit.

Comme conclusion de ces recherches, le R. P. Boutié essaie de marquer la part d'influence respective qu'ont eue, sur la nationalité française, les trois groupes ethniques dominants de la France : Gaulois, Romains et Germains, et c'est aux Gaulois qu'il accorde la palme. Il n'oublie pas cependant le rôle des Romains, auxquels il attribue l'éducation politique et actuelle, ni celui des Germains qu'il restreint peut-être un peu trop.

Ce qui ne gâte rien, l'article du R. P. Boutié est écrit d'une plume alerte et vive ; il n'a point les dehors un peu rébarbatifs que présentent parfois les études d'ethnologie. Toutefois, comme nous l'avons dit, la science y a gardé tous ses droits, et, à part quelques appréciations de détail, elle ratifiera, croyons-nous, la plupart des jugements émis par l'auteur.

Les Pictes. — Il y a quelques années, M. John Rhys a essayé de démontrer, par l'étude d'anciennes inscriptions découvertes en Écosse, au nord de Forth, que la langue des Pictes offrait d'intimes affinités avec celle des Basques (2).

L'auteur revient aujourd'hui sur cette thèse qui a reçu mauvais accueil dans la science, et il reconnaît loyalement la faiblesse et l'erreur de quelques-uns des arguments présentés par lui (3). Il maintient cependant ses positions contre ceux qui prétendent que les Pictes se servaient d'un dialecte celtique, soit gadhélique, soit breton, et il affirme à nouveau que l'idiome des Pictes n'avait rien de celtique, ni même d'aryen. Si l'on manque d'arguments positifs pour apparenter les Pictes aux Basques, on en peut produire pour établir la distinction des Pictes et des Celtes. Cette différence est nettement démontrée par les insti-

(1) Comme modèle de bonne monographie d'ethnologie d'une région restreinte, nous citerons *Étude et statistique ethnique de l'Indre*, par M. le Dr Algier, dans BULLETINS DE LA SOCIÉTÉ D'ANTHROPOLOGIE DE PARIS, 4e série, t. X, 1899, pp. 176-199.

(2) PROCEEDINGS OF THE SOCIETY OF ANTIQUARIES OF SCOTLAND, 2e série, t. XXVI, pp. 263-351, 411-12.

(3) IBID., 3e série, t. VIII, 1898, pp. 324-398.

tutions, surtout en ce qui concerne le régime successoral chez les Pictes, et une conclusion analogue se dégage de récentes études sur l'art des Pictes entreprises par M. le professeur Ramsay, d'Aberdeen.

Si, ethnologiquement parlant, les Pictes diffèrent des Celtes, ce n'est pas à dire que ces derniers n'eurent aucune influence sur les anciens habitants de l'Écosse. Parmi ces Celtes, il faut citer en premier lieu les Bretons, car la domination de l'élément gadhélique ne s'exerça d'une façon absolue que plus tard, après la victoire de Kenneth Mac Alpin, au IXe siècle de notre ère. Pourtant, cette prépondérance s'affirme grandissante depuis la mission de S. Columba à la cour du roi des Pictes.

Les Finnois préhistoriques. — On doit à MM. Aspelin, Bogdanof, Grewinck, Haussmann, Heikel et Inostrantzev bon nombre d'intéressantes monographies sur les Finnois. M. John Abercromby vient de présenter, en un tableau d'ensemble très bien conçu (1), tout ce que nous connaissons aujourd'hui sur le passé préhistorique des Finnois.

Les Finnois proprement dits sont les habitants de la Finlande, les Esthoniens et les Finnois orientaux. Leurs descendants habitent encore le nord et le centre de la Russie sous les noms de Mordvines, de Tchérémisses, de Votyaks, de Permiens et de Zyrianes. Dans une série de cartes très soigneusement dressées, M. Abercromby trace les grandes lignes de la répartition géographique actuelle des peuples finnois, puis il passe à l'étude détaillée de leurs caractères anthropologiques. Il résulte de cet examen qu'aujourd'hui les Finnois ne se présentent plus comme une race homogène ; en effet, en allant de l'est vers l'ouest, on constate une augmentation de la taille. Les Finnois de Finlande sont brachycéphales, tandis que les Tchérémisses, les Livoniens et les Esthoniens sont mésaticéphales. En particulier, M. Abercromby constate que les crânes des Tchérémisses et ceux des néolithiques du lac de Ladoga offrent une grande ressemblance ; et, comme il rapproche ces derniers de la race dolichocéphale ougrienne, encore aujourd'hui représentée par les Ostyaks, il s'ensuit que les Tchérémisses se rattachent au rameau ougrien, qui a du reste, au point de vue de la langue, d'intimes rapports avec les Finnois.

(1) *The Pre- and Proto-historic Finns both eastern and western with the Magic Songs of the west Finns.* Grimm Library, n° 9, 1898. Voir le compte rendu du FOLKLORE, t. X, 1899, pp. 325-333.

Pendant la période néolithique, la Finlande a eu comme habitants, avant les Finnois, deux ou trois autres peuples, peut-être des Scandinaves, des Lapons et les néolithiques du lac de Ladoga, dont nous venons de parler.

On peut rattacher à ces recherches de M. Abercromby, les intéressantes notes de M. le baron de Baye sur les Kourganes sibériens et leurs habitants, les Ostyaks, les Finnois, les Huns, Ougres et Ouigours (1). La population des Kourganes de la Sibérie orientale se montre, à une période relativement récente, très variée : car sur les dix-neuf crânes que M. de Baye y a récoltés, on rencontre cinq ou six types différents. Toutefois, les Finnois dominent et ils ont bien résisté à l'influence ethnogénique des Huns.

Ethnographie du Caucase. — M. le baron de Baye, envoyé en mission scientifique dans certaines parties encore peu explorées de l'Empire russe, a naguère fourni quelques renseignements intéressants (2) pour l'ethnographie des peuples qu'il a visités au cours de son voyage.

Au sud de la chaîne du Caucase, l'auteur s'est arrêté surtout à Alaverdy, en Kakhétie, à Erivan et Etchmiadzin, en Arménie, en Karthalinie, partie de la Géorgie, à Gori. Le pèlerinage d'Alaverdy, dans sa bigarrure, a permis à M. de Baye de voir réunis les principaux types ethnographiques de la région, les Kistines ou Tchétchènes, du versant méridional du Caucase, pour la plupart Mahométans, les Khevsoures, Géorgiens montagnards, race d'intrépides soldats encore revêtus de la cotte de mailles et se servant du bouclier, les Touchines et les Pehaves, aussi Géorgiens, envoyés jadis dans les montagnes pour arrêter les incursions des Lesghiens du Daghestan. Ce sont les Touchines qui ont gardé la forme la plus ancienne et la plus pure de la langue géorgienne. Puis, il y a des Arméniens, des Tatares, des Kurdes, appartenant pour la plupart à la fameuse secte des Yézidis ou adorateurs du diable.

Au nord de la chaîne du Caucase, le savant explorateur a rencontré les Tcherkesses ou Circassiens, dont un rameau, les Bjédouks, est resté au Caucase après la grande émigration de leurs compatriotes. Chez les Bjédouks, on distingue les Tchit-

(1) Bulletins de la Société d'anthropologie de Paris, 1898, t. IX, pp. 73 sqq., 171 sqq.

(2) Revue de Géographie, avril, mai, juillet et août 1899.

chinaievtzi et les Khanchi. Autrefois chrétiens, les Bjédouks sont passés au mahométisme.

Bien qu'ils habitent le sud du Caucase, c'est au nord, à Wladikavkas, où trente d'entre eux étaient de passage, que M. de Baye a pu étudier à loisir les Khevsoures. Cette tribu, fort intéressante, représente un des types les plus curieux des anciennes populations du Caucase.

Les Ossètes ont également été visités par M. de Baye, qui décrit soigneusement leurs mœurs et leurs usages, ainsi que les Ingouches qui ont, à l'égard de leurs hôtes, de singulières observances. Nous n'en citerons qu'une, à titre de spécimen. On vous invite, chez les Ingouches, à " manger le pain de votre ami, avec autant de plaisir que vous auriez à manger la tête de votre ennemi ".

De chez les Ingouches, M. de Baye est allé chez les Kabardiens, qui sont, avec les Bjédouks, les plus nobles parmi les habitants du Caucase. Dans le Daghestan, au bazar de la ville de Choura, l'auteur a fait de curieuses observations sur les diverses tribus lesghiennes. L'une des plus importantes est celle des Koumyks. Avant l'arrivée de ceux-ci, la région était occupée par les Avares, que M. de Baye a entendu appeler les " Français du Daghestan ". C'est à cette tribu qu'appartenait le fameux Chamyl.

Le voyage de M. de Baye s'est terminé par une excursion chez les Tchétchènes, qu'il avait déjà aperçus au pèlerinage d'Alaverdy, mais qu'il est allé voir chez eux, dans le district de Grozny.

Il faut bien le dire, sous la forme de conférence en laquelle elles ont été présentées, ces esquisses ethnographiques ne font guère qu'effleurer ou indiquer le sujet à traiter. Il est probable que, dans des mémoires plus approfondis, M. le baron de Baye mettra en œuvre les nombreux documents ethnographiques qu'il a recueillis. Ajoutons cependant que les belles photographies publiées par la Revue de Géographie illustrent, d'une façon aussi agréable qu'instructive, les savantes considérations de l'auteur.

Les Nosairis. — Sous ce nom, l'on désigne une population syrienne et musulmane, qui occupe toute la montagne entre la mer et l'Oronte, et en outre certaines parties des vilayets d'Alep et d'Adane, ainsi que deux ou trois villages aux environs de Baniâs, près des sources du Jourdain. Ils sont, en tout, à peu près 200 000.

Non seulement cette tribu était jusqu'à ce jour peu connue, mais il courait à leur sujet bon nombre de renseignements fort inexacts. Le R. P. Lammens, qui réside depuis de longues années dans la mission de Syrie, a eu l'occasion d'étudier de près les Nosairis, et il nous donne les résultats de son enquête dans une intéressante et substantielle étude (1).

Les Nosairis doivent leur nom à Ibn nosair, fondateur d'une secte de Musulmans Chiites au IXe siècle de notre ère. Un siècle plus tard, un autre docteur, Hosaibi, exerça sur l'organisation des Nosairis une influence très grande. Au début du XIe siècle, la crise de l'orthodoxie musulmane eut pour effet de grossir encore le groupe des Nosairis qui ne tardèrent pas à s'étendre dans toute la région du Gabal as-Sommâq, le Bargylus des anciens. En somme, " le fond de la population Nosairie est formé des vieilles races syriennes, plus ou moins autochtones ". Venus de l'Irâq, les Nosairis se sont peu à peu repliés sur les montagnes de la Syrie; plus tard, ils se sont grossis des débris des invasions qarmates et ont subi l'infiltration des Kurdes.

Après ces détails sur l'origine et la formation des Nosairis, le R. P. Lammens rappelle les principales péripéties de leur histoire et termine par un aperçu sur leur religion, dogme et liturgie. Nous y renvoyons le lecteur, mais nous n'insisterons pas davantage sur ce point, qui est en dehors du domaine de l'ethnographie.

Les deux types Annamites. — Les Annamites se distinguent les uns des autres par les termes de *Muoi-son* et de *Muoi-chi*, qui signifient, littéralement traduits : " lèvres de corail " et " lèvres de plomb ".

En fait, on constate chez les Annamites ces deux variétés de coloration des lèvres. Certains individus ont les lèvres massives, charnues et noirâtres; d'autres, au teint plus clair, ont des lèvres fort bien arquées dont la muqueuse apparaît colorée en un rouge vif.

Ces divergences correspondent, chose curieuse, à des différences marquées dans l'état social. Les gens à lèvres de corail appartiennent, en général, à des familles patriciennes; ceux à lèvres de plomb sont les plébéiens.

Il paraît que cette dualité n'est pas seulement propre aux Annamites, mais qu'on la constate chez tous les mongoliques.

(1) ÉTUDES PUBLIÉES PAR DES PÈRES DE LA COMPAGNIE DE JÉSUS, t. LXXX, 1899, pp. 461-493.

Pour expliquer ces faits, M. Paul d'Enjoy, qui les a constatés naguère (1), propose une double hypothèse. Ou bien les gens à lèvres de plomb sont les vrais mongoliques et ceux de type clair, aux lèvres rouges, seraient le produit d'un croisement avec la race blanche ; ou bien les véritables mongoliques seraient les individus aux lèvres de corail, tandis que le type à lèvres de plomb devrait être classé parmi les Malais.

Cette seconde hypothèse paraît à M. d'Enjoy offrir une plus grande somme de probabilité.

L'origine de la civilisation libyenne. — M. le Dr Bertholon a publié, depuis 1897, dans la Revue Tunisienne, une longue série d'articles, qui vient à peine de finir, sur les premiers colons de souche européenne dans l'Afrique du Nord.

Les procédés de M. le Dr Bertholon ne ressemblent guère à ceux des autres ethnologues ; il a mis en œuvre une méthode que l'on pourrait dénommer l'ethnographie mythologique. En effet, l'auteur part de ce principe que " les dieux et les héros des diverses mythologies symbolisent presque toujours des faits de guerre ou de colonisation accomplis par la race qui vénère ces divinités ". Nous ne voulons pas contredire à ce principe, mais on conçoit aisément que l'application n'en doit pas être facile, et, dans le cas qui nous occupe, elle est complètement manquée. M. Bertholon prend deci delà, dans les auteurs grecs, certains récits mythologiques auxquels il fait dire tout ce qu'il veut.

Nous ne pouvons pas songer à analyser le long et fastidieux travail de M. Bertholon. Il doit nous suffire de l'avoir signalé, pour mettre le lecteur en garde contre des rêveries qui n'ont rien de scientifique. Ce n'est pas, en effet, l'ethnographie mythique de l'auteur qui convaincra personne, bien qu'il s'imagine avoir " établi d'une façon irréfutable qu'il y a eu une colonisation européenne des pays qui s'étendent sur la côte méridionale de la Méditerranée " et qu'il soit possible de retracer, comme il l'a fait tout au long, l'histoire des migrations égéennes, thessaliennes et thraco-phrygiennes, qui, " parties des bords du Pont-Euxin et de la Mer Égée, allaient fonder de nouvelles colonies en Libye, le Far-West de cette époque reculée ".

Et puis, quelles effrayantes hardiesses de philologie ! Tous les idiomes sont mêlés pour appuyer des rapprochements ethnographiques.

(1) Revue scientifique, 15 sept. 1899, pp. 369-371.

L'origine asiatique des Égyptiens. — En faveur de cette thèse souvent battue en brèche et dont nous avons, à diverses reprises, parlé dans ce *Bulletin* (1), M. Léon Heuzey a fait valoir les traits d'influence chaldéenne signalés sur certains monuments trouvés en Égypte (2).

Ce sont des palettes de scribes, ornées surtout de représentations d'animaux fantastiques, qui nous reportent à " l'art oriental, grand créateur de motifs symétriques empruntés à la faune imaginaire ". Du reste, le style de ces figures, dans son ensemble, n'a rien de la manière égyptienne, fixée de sitôt sur les monuments de l'époque des Pyramides, au point que si quelqu'une des palettes décrites par M. Heuzey était parvenue sans autre indication d'origine, c'est à la Chaldée, à l'Assyrie, ou aux pays limitrophes, qu'on l'eût certainement rapportée.

Il y a plus : les détails et les motifs d'ornementation sont tellement précis, que l'identité constatée à la fois en Égypte et en Assyrie ne saurait être attribuée à une coïncidence fortuite. La conclusion légitime que provoque cette identité, est qu'il a dû exister des relations très étroites entre l'ancienne Chaldée et la primitive Égypte. Mais ne peut-on se contenter de l'explication d'un emprunt de peuple à peuple ? M. Heuzey va plus loin, et il pense que les faits établis portent à admettre " qu'une race originaire d'Asie est venue fonder sur les bords du Nil les plus anciennes dynasties et apporter aux populations noires de l'Afrique les éléments d'un art qui avait déjà pris forme ".

Après le travail de M. Heuzey, nous devons mentionner celui de M. J. Clédat (3), qui mène à des conclusions analogues. Nous ne l'analyserons pas en détail ici; d'abord, parce que nous devrions répéter ce que nous avons dit sur le problème, si débattu en ces derniers temps, des origines égyptiennes. Le travail de M. Clédat résume fort nettement l'état de la question et les différentes opinions émises jusqu'à ce jour. Toutefois, à ce résumé, l'auteur ajoute une étude personnelle des monuments et des textes, dont nous allons dire un mot.

M. Clédat a cru pouvoir demander au tableau ethnographique du chapitre X de la *Genèse* des renseignements certains relativement aux peuples de l'Égypte. N'oublions pas cependant

(1) Voir Revue des Questions scientifiques, 2e sér., t. XVI, pp. 307-311.

(2) Comptes rendus de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, t. XXII, 1899, pp. 60-67.

(3) Revue de l'École d'anthropologie de Paris, t. IX, 1899, pp. 201-262.

que l'horizon ethnographique porte aujourd'hui plus loin que ce document.

Pour terminer son étude, M. Clédat passe en revue les divers types de populations qui ont successivement occupé l'Égypte. Il conclut que, plus on remonte dans le passé, plus on se rapproche des types habitant la Mésopotamie. Cette conclusion est surtout appuyée sur les travaux de M. de Morgan et du Dr Fouquet. En somme donc, " les Égyptiens étaient étrangers à la vallée du Nil; ils avaient envahi le sol à une époque indéterminée, en refoulant les nègres dans l'intérieur des terres. Les peuplades dites éthiopiennes et du type rouge sont de même origine et n'appartiennent nullement au type nègre ".

Postérieurement à la communication que nous venons de rappeler, M. Clédat a étudié deux tableaux ethnographiques égyptiens, qui donnent une division des races analogue à celle du chapitre X de la *Genèse* (1). Le premier de ces tableaux, publié, étudié et commenté un grand nombre de fois, se trouve sur le tombeau de Séti Ier ; le second monument, moins connu, mais pourtant publié dans Lepsius (2), provient de Biban-el-Molouk (Thèbes). Ces documents sont évidemment curieux, mais ils n'ont qu'une valeur très relative, au point de vue de l'ethnologie scientifique de l'Égypte.

Signalons encore, sur le même sujet, la conférence faite à Londres, par M. Flinders Petrie (3). Le savant égyptologue y résume les résultats des fouilles exécutées depuis cinq ans et qui ont éclairé d'un jour nouveau les plus anciennes périodes de l'Égypte. Il n'y a pas longtemps, la date de 4000 ans avant notre ère était la plus reculée à laquelle on pût atteindre ; aujourd'hui les fouilles de Nagada, Abydos, Koptos et Hieraconpolis nous font remonter bien plus haut.

De plus, les objets trouvés dans les nécropoles ont permis d'établir qu'entre 5000 et 4000 ans, une nouvelle race est arrivée en Égypte. Cette conclusion ressort également des caractères ethnographiques qui ont été constatés par les représentations figurées sur les plus anciens monuments.

On peut aussi attendre de curieuses données pour l'ethnographie de l'Égypte de la découverte faite par M. Chantre (4), au

(1) Revue de l'École d'anthr. de Paris, t. IX, 1899, pp. 296-300.

(2) *Denkmäler aus Ægypten*, t. III, pl. 204b.

(3) Journal of Anthropological Institute of London, 1899, pp. 202 sqq.

(4) Voir Revue de l'École d'anthropologie de Paris, t. IX, 1899, pp. 409-410.

commencement de 1899, dans une nécropole située sur le territoire de Khozan, à quinze kilomètres de Thèbes.

Entre autres choses curieuses, M. Chantre a recueilli deux cents crânes et, comme il le dit, il espère " que leur étude permettra d'établir les rapports et les différenciations existant entre les peuples préhistoriques de l'Égypte et ceux qui vivent actuellement dans la vallée du Nil et dans les régions voisines ".

Ce ne sera pas malheureux si ces études aboutissent, car jusqu'à présent l'accord ne règne guère sur le terrain de la crâniologie des anciens Égyptiens. Pour ne citer que la Société d'anthropologie de Paris, MM. Fouquet, Verneau et Zaborowski y défendent les opinions les plus divergentes (1).

Sur toute cette question de l'ethnologie primitive de l'Égypte, on lira avec intérêt les remarques de M. W. Max Müller (2). Le savant égyptologue craint qu'il n'y ait, à l'heure présente, quelque emballement à la suite des découvertes récentes, et il prêche la prudence, surtout en ce qui concerne le point spécial des rapports de la Babylonie et de l'Egypte. M. W. Max Müller croit que les rapports ne sont pas établis sur les bases d'un synchronisme assez rigoureux.

Les Pygmées africains et le Périple d'Hannon. — M. le Dr Karl Emil Illing vient de publier du texte du fameux voyage d'Hannon une traduction nouvelle avec commentaire (3). Dans la REVUE DE L'ECOLE D'ANTHROPOLOGIE DE PARIS (4), M. Ch. Daveluy a discuté l'opinion émise par M. le Dr Illing au sujet des *gorilles*, dont il est question dans le récit du voyage.

Rappelons d'abord que les grands singes du Gabon ne s'appellent ainsi que parce qu'en 1847, lorsque Savage découvrit les gorilles au Gabon, il leur donna ce nom, croyant retrouver en eux les hommes sauvages décrits par Hannon.

Il est certain que le voyageur carthaginois a eu en vue des hommes, et M. Illing montre que tous les traits de sa description s'appliquent fort bien aux Pygmées ou Négrilles africains. Les Pygmées se rencontrent par tribus ; il est donc possible qu'ils

(1) Voir BULLETINS DE LA SOCIÉTÉ D'ANTHROPOLOGIE DE PARIS, 4e série, t. X, 1899, pp. 26-27, 241-243.

(2) *Die älteste Anfänge der ägyptischen Geschichte*, dans ORIENTALISTISCHE LITTERATUR-ZEITUNG, t. I, 1899, pp. 101-3.

(3) *Der Periplus des Hanno. Programm des Wettiner Gymnasiums.* Dresde, 1899, n° 566.

(4) T. IX, n° 11, 15 nov. 1899, pp. 357-363.

aient peuplé une île de médiocre grandeur, comme celle qu'Hannon a occupée dans la baie dite la Corne du Sud. Sans doute, les Pygmées sont surtout chasseurs et vivent de préférence dans la forêt; mais il y en a aussi qui s'adonnent à la pêche, et au Gabon même, il y a les Obongos.

Ce que raconte Hannon du caractère farouche des habitants de l'île et de la pilosité extraordinaire qui les distinguait, tout cela s'applique de nouveau aux Pygmées. Il en est de même de la façon vaillante et habile dont les insulaires se sont défendus contre les Carthaginois.

Enfin, la distribution géographique des Pygmées en Afrique ne s'oppose aucunement à ce qu'ils aient été rencontrés par Hannon dans l'île située dans la baie de la Corne du Sud.

Nous n'avons pu donner qu'une idée fort sommaire de la théorie très curieuse émise par M. Illing ; il faut se reporter à son mémoire pour l'apprécier à fond et se rendre compte jusqu'à quel point elle est destinée à prendre pied dans la science.

Les Bagelli du Cameroon. — M. Virchow donne la description anthropologique d'une jeune fille de 17 à 19 ans, appartenant à la tribu des Bagelli, d'après les données fournies par M. Gliszczinski, officier des troupes allemandes campées au Cameroon (1).

Il résulte de cette observation que l'on peut rattacher la tribu des Bagelli aux Pygmées de l'Afrique centrale. Preuve nouvelle, ou, en tous cas, indice de plus que toute la zone moyenne du continent africain renferme des représentants des races naines. M. Verneau a jadis établi deux types de Négrilles, l'un à tête courte, l'autre dolichocéphale (2). Si l'on pouvait se baser sur une seule observation, on aurait dans les Bagelli un produit du croisement des deux types de Négrilles.

L'origine des Malgaches. — On ne discute pas sur la provenance des Andrianes de l'Imerina ; ils sont indubitablement malais. Mais d'où vient le reste de la population de Madagascar ? Bon nombre d'auteurs y ont vu simplement des nègres africains. M. Grandidier, qui prépare deux volumes sur l'ethnographie, l'anthropologie et la linguistique de Madagascar, a fait remarquer dans un article récent (3), publié dans la REVUE DE MADA-

(1) ZEITSCHRIFT FÜR ETHNOLOGIE, t. XXX, 1898, no 6 ; VERHANDLUNGEN, p. 531.
(2) L'ANTHROPOLOGIE, t. VII, 1896, p. 153.
(3) IBID., 1899, pp. 602-603.

GASCAR (1899), que l'île a été peuplée par des immigrations successives d'Indo-Mélanésiens, c'est-à-dire de nègres asiatiques.

Voici les preuves de cette assertion. Tous les habitants de l'île parlent un langage d'origine malayo-polynésienne incontestable, et cela antérieurement à l'arrivée des Hovas. De plus, les caractères physiques et les mœurs des Malgaches les rapprochent davantage des nègres asiatiques que de ceux d'Afrique. Un trait seulement. Très peu navigateurs, les nègres de la côte sud-est de l'Afrique, n'ont guère été disposés à lutter contre les courants qui rendent très pénible la traversée du canal de Mozambique de l'ouest vers l'est. Au contraire, les Indo-Mélanésiens sont des marins hors ligne et les courants favorisent pour eux l'exode; aussi, en ce siècle même, a-t-on vu des jonques malaises aborder dans l'île. M. Grandidier pense donc que primitivement, Madagascar a été peuplée par des immigrants indo-mélanésiens, puis par les Andrianes malais. Plus tard, à ce fonds initial se sont joints quelques éléments africains et arabes.

Les îles Ongtong. — Depuis plusieurs années, M. R. Parkinson a donné périodiquement au public (1) les résultats de ses recherches ethnographiques sur cet archipel, dont la population offre le grand intérêt d'être essentiellement polynésienne, quoique située en pleine Mélanésie.

Les îles Ongtong, de niveau très peu surélevé et de formation corallienne, sont pourtant cultivées. Les indigènes creusent le corail à une profondeur de quatre mètres et établissent des fossés de vingt à trente mètres de longueur, sur dix à quinze de largeur. Dans ces fossés on dépose des détritus végétaux qui finissent par constituer une couche d'humus pour les plantations.

Les chefs de ces tribus n'ont aucun signe distinctif, ni dans le costume, ni dans le tatouage, ni dans l'habitation. Néanmoins, ils sont fort respectés. Les insulaires des Ongtong pratiquent la polygamie ; toutefois les femmes ont une condition très sortable; contrairement à ce qui a lieu chez d'autres peuples sauvages, elles sont déchargées de tous les travaux trop pénibles et leurs occupations se bornent à tenir le ménage et à élever les enfants.

M. Parkinson décrit longuement les huttes des insulaires d'Ongtong et leur mobilier, ainsi que leurs temples et leurs

(1) INTERNATIONALES ARCHIV FÜR ETHNOGRAPHIE, t. X, 1897, Heft 3; t. XI, 1898, Heft 5 u. 6.

idoles. A côté de chaque village, il y a un cimetière ; les morts sont déposés dans des tombes séparées les unes des autres par des rangées de blocs de corail.

Sur l'origine des îles Ongtong, il court une singulière légende ; elles auraient été élevées par un habitant du fond de la mer, qui quitta sa première demeure pour venir occuper la terre. Plus tard, d'une certaine île Makarama, que M. Parkinson croit pouvoir identifier avec une de celles de l'archipel Greenwich, sont venues en canot d'autres tribus, aujourd'hui honorées comme des divinités.

Le tatouage est d'une grande importance chez ces insulaires ; il semble constituer le signe du mariage, car les célibataires ne portent pas de marques de ce genre.

M. Parkinson a reproduit, avec traduction allemande, un certain nombre de chants des indigènes d'Ongtong, dans leur texte polynésien.

Ethnographie des îles Salomon. — Il faudrait, pour être plus précis, intituler cet extrait : *Ethnographie des îles Salomon du Nord-Ouest,* car c'est seulement de celles-là que s'est occupé M. R. Parkinson (1) dans son intéressant mémoire ; et parmi ces tribus il se restreint encore surtout à celles des côtes.

Il y a en effet, du moins dans les plus étendues de ces îles, comme à Bougainville par exemple, sur les côtes une population tout à fait différente de celle qui est fixée à l'intérieur. Celle-ci est plus exiguë de taille, de constitution moins musculeuse ; elle est noire et parle un idiome qui n'est pas compris des riverains. Chose étrange, les habitants des côtes, malgré l'abondance des matériaux qui se rencontrent sur le rivage de la mer, ne fabriquent pas leurs armes eux-mêmes, mais les achètent aux tribus de l'intérieur.

Divisée en clans, dont chacun a pour emblème un oiseau, la population de chaque village est soumise à un chef, dont, par suite de conquête, la domination s'étend parfois sur les chefs des villages voisins. Les indigènes pratiquent l'exogamie, mais les enfants sont inscrits dans le clan de la mère. Il en résulte que les unions incestueuses sont légitimées, et du reste, elles ne sont pas rares, par exemple entre le père et sa fille. Les mariages ont lieu par rapt ou par achat. Le nombre des femmes dépend

(1) ABHANDLUNGEN UND BERICHTE DES ZOOLOGISCHEN UND ANTHROPOLOGISCH-ETHNOGRAPHISCHEN MUSEUMS ZU DRESDEN, t. VII, 1898-99, Heft 6.

de la richesse de chacun, les chefs en ont jusqu'à cinquante, les autres ne peuvent guère s'en payer plus de trois.

La mort est l'occasion de grandes réjouissances. On fait subir aux défunts un triple traitement. Les uns sont jetés à la mer, d'autres sont enterrés et les chefs passent par l'incinération.

Les indigènes des îles Salomon pratiquent encore le cannibalisme, quoique dans une proportion moindre qu'on le pense généralement. D'autre part, ces tribus aiment beaucoup le chant et la danse, qui s'exécutent au son du tambour et de la flûte de Pan.

Il faut lire dans le travail de M. Parkinson les détails qu'il donne sur le costume, le commerce, les ustensiles du ménage. En ce qui concerne ce dernier point, remarquons que les instruments de silex ont cessé d'être en usage, excepté à l'intérieur de Bougainville. Partout ailleurs, c'est le fer qui est aujourd'hui employé. Toutefois, pour les pointes de flèches on ne se sert pas encore de fer ; les flèches sont fréquemment à crochets, soit taillés dans la pointe elle-même, soit formés par des pièces surajoutées, os, épines, arêtes de poissons. C'est pour cela que les indigènes des îles Salomon n'ont pas besoin d'empoisonner leurs flèches, car les blessures produites par les crochets sont assez dangereuses par elles-mêmes.

J. G.

CORRESPONDANCE

RÉPONSE A UNE CRITIQUE (1)

M. Vandevyver m'a fait l'honneur de s'occuper longuement de mon modeste traité élémentaire de Physique et de Chimie, dans une notice bibliographique insérée au dernier numéro de la Revue des Questions scientifiques.

Bien que son jugement ne me soit pas favorable, je n'aurais rien à y opposer, si mon honorable contradicteur avait bien voulu exposer quels sont les inconvénients d'un plan qu'il trouve mauvais, et signaler en quoi consistent les erreurs de détail dont il fait une légère énumération.

Il s'agit d'un livre pour la composition duquel je n'ai reculé devant aucune fatigue. Convaincu qu'une réforme, dans le plan d'exposition de la Physique élémentaire surtout, était nécessaire, non seulement pour mieux faire comprendre et démontrer aux commençants les lois qui régissent la nature, mais encore pour leur en faire saisir les intimes rapports, je ne pouvais suivre les pas de mes devanciers, et j'acceptai avec plus de résignation que de confiance en mes faibles forces, mais cependant sans défaillance, la tâche hardie, écrasante pour moi, de frayer des voies nouvelles, *voies que je tiens pour solides*. Il se peut que, malgré tous mes efforts, malgré l'acharnement avec lequel j'ai travaillé sans relâche à la préparation, puis à la rédaction de mon œuvre chérie, je me sois trompé et que j'aie fait fausse route. Or un auteur qui a ainsi, sans copier, fait de son mieux, qui a fait tous les efforts dont il était capable pour être utile et épargner des fatigues aux jeunes intelligences qui abordent des sciences aussi

(1) Nous avons reçu cet article de M. T. Escriche à propos d'un compte rendu bibliographique publié dans la Revue (20 octobre 1899, p. 611, II). Nous le faisons suivre de la réponse de M. Vandevyver, auteur de ce compte rendu (N. D. L. R.).

vastes et aussi importantes, n'avait-il pas droit à s'attendre à un plus mûr et consciencieux examen de son livre de la part de celui qui en devait faire la critique ?

Lorsqu'il s'agit de prouver qu'un innovateur n'a pas réussi, il ne suffit pas de reproduire les grandes lignes du cadre et de copier quelques rubriques secondaires pour en faire ressortir la singularité ; puisqu'on est en présence d'une innovation hardie, je l'avoue, il est évident que la seule énumération des matières fera sauter aux yeux des lecteurs, dans toute sa nudité, la singularité de l'arrangement adopté. Mais la *singularité*, en elle-même, n'est pas un défaut : il faudrait montrer quelques-uns des graves inconvénients auxquels un si singulier agencement des matières doit nécessairement conduire. Par la seule reproduction de quelques rubriques, le lecteur ne saurait se rendre compte de la façon dont sont développées ces matières, ni, partant, juger de quelle manière l'auteur du livre a pu se tirer d'embarras.

En lisant attentivement la critique de M. Vandevyver, je n'ai pu m'empêcher de croire *qu'il est loin d'avoir saisi ma pensée d'ensemble*, d'où l'idée, qui semble une boutade, qu'on pourrait croire à une erreur dans le numérotage des pages ou dans la reliure, et *qu'il n'a pas compris ou a compris à rebours certains développements de détail ;* et voilà pourquoi il me suppose des affirmations que je n'ai pas faites. Je demande pardon à l'auteur de la critique, s'il n'en est pas ainsi. Quoi qu'il en soit, ne pourrait-on pas attribuer à une connaissance imparfaite de la langue espagnole les erreurs bien réelles qu'il commet, tout en voulant signaler dans le livre qu'il critique des erreurs imaginaires ? Et, de fait, s'il comprenait bien l'espagnol, il ne parlerait pas de mon *programme* RATIONNEL ; c'est d'un *programme* RAISONNÉ qu'il s'agit dans la préface.

Pour ce qui est du plan, de l'ensemble, de la méthode, M. Vandevyver s'étonne de ce que, en électricité, par exemple, l'auteur, vers le commencement du livre (p. 39) " en une dizaine de paragraphes, nous présente d'emblée, comme phénomènes curieux s'expliquant par l'électricité dynamique, les aimants, les électro-aimants, la loi d'Ampère et le galvanomètre „ ; qu'il faille " se reporter à la page 75, dans le département de la chimie, pour y retrouver une quinzaine de lignes relatives à la décomposition de l'eau et à la recombinaison de l'hydrogène et de l'oxygène sous l'effet de l'étincelle „, et puis, enfin, " plus rien, jusqu'à la physique de l'éther, page 282 „.

D'abord, le seul véritable *saut* est celui de la page 75 à la

page 282 ; car les phénomènes des aimants, électro-aimants, loi d'Ampère, etc. (p. 39) et ceux de la décomposition de l'eau et de la recombinaison de l'hydrogène et de l'oxygène (p. 75), tout en se rattachant à l'électricité, sont d'un ordre différent, l'électricité agissant physiquement dans les premiers et chimiquement dans les derniers. Rien n'obligeait donc à réunir ces phénomènes ; et, puisque mon plan comporte deux chapitres de notions générales très élémentaires, sous les rubriques : *Action physique des agents* et *Action chimique des agents,* ces deux ordres de phénomènes avaient bien leur place parfaitement déterminée dans chacun de ces chapitres.

Mais pourquoi accumuler en quelques paragraphes les aimants, les électro-aimants, etc., etc., puis couper court, pour n'en plus rien dire jusqu'à la page 282 ? En voici la raison :

La physique ne peut être exposée avec profit dans ses détails à des élèves qui n'ont pas une idée préalable, si élémentaire qu'elle soit, de bon nombre de phénomènes physiques et chimiques. Or, dans un pays malheureusement si mal gouverné toujours, la loi m'oblige à faire, dans l'enseignement secondaire, un seul cours de *Physique et de Chimie.* J'ai donc cherché à remédier au manque d'un premier cours très élémentaire, en faisant, par avance, par voie de préliminaires, un résumé aussi pratique que possible, de tous les faits physico-chimiques dont il faut avoir quelques notions préalables pour le développement ultérieur de ces sciences. Dans ces *préliminaires* je ne donne aucune explication sur les aimants ou électro-aimants, etc. ; je me borne à exposer et à montrer pratiquement les phénomènes d'attraction, de répulsion, de déviation,... dont la théorie complète ne doit venir qu'à la page 282. Où est ici le désordre ? Le fait de donner par avance une idée de quelques phénomènes importants, dont la théorie *in extenso* doit être développée plus loin, en quoi pourrait-il nuire à l'ordre et à la clarté ?

Maintenant M. Vandevyver voudra bien m'excuser de lui montrer qu'il fait fausse route en cherchant à mettre en relief la singularité d'arrangement des matières dans un cas qu'il choisit afin de ne pas fatiguer le lecteur, tellement ces singularités lui semblent nombreuses ! Après avoir copié quelques rubriques secondaires, parmi lesquelles il ajoute *anneau de Gramme,* qui n'existe pas comme telle rubrique (l'anneau est tout de même décrit dans cet endroit) et *machine dynamo-électrique de Gramme* (le livre ne porte pas ici *machine,* mais bien *récepteur ou moteur*), il écrit : " Seulement dans la seconde partie du

chapitre : *Théorie de l'induction, ses lois*, etc., et, comme applications, l'auteur revient sur la théorie des générateurs. „

Personne ne se dissimulera la gravité de l'objection qui m'est ici faite : le générateur dynamo-électrique de Gramme précédant la théorie de l'induction! Mais ce serait tout simplement absurde. Aussi M. Vandevyver a-t-il pensé que j'ai dû être fort embarrassé, et que, pour me tirer d'affaire, j'ai été contraint de " *revenir* sur la théorie des générateurs „ d'induction, après avoir exposé les lois de ces courants.

Il n'en est rien pourtant; l'auteur de la critique ne m'a pas compris. Mais j'avoue que son étonnement a été pour moi d'un effet pénible, car j'y ai vu une révélation de la maigre idée qu'on est arrivé à se faire un peu partout des *cerveaux espagnols!* Sinon, il se serait arrêté en disant : " Non, pas possible ; j'ai sans doute mal compris. „ Et, en effet, le générateur de Gramme *ne précède pas* la théorie de l'induction : il la *suit ;* après les lois des courants induits, je *ne reviens pas* sur la théorie de ces générateurs : je l'*aborde.*

L'électro-magnétisme et l'induction étant deux théories réciproques, j'en ai fait les deux articles de mon chapitre *Travail mécanique des courants électriques.* Parmi les applications de l'électro-magnétisme se trouvent les moteurs électriques : je me suis borné aux moteurs magnéto et dynamo-électriques de Gramme, ne pouvant m'appesantir sur ce sujet. Pour ce qui est des applications de l'induction, j'ai de même tenu à me borner aux générateurs magnéto et dynamo-électriques de Gramme. Le moteur et le générateur (tant magnéto que dynamo) sont bien la même machine réversible, dont la description peut être donnée aussi bien dans la théorie de l'électro-magnétisme que dans celle de l'induction; nul besoin de connaître cette dernière théorie pour expliquer le fonctionnement de la machine comme moteur; explication, du reste, plus aisée à comprendre que celle de son fonctionnement comme générateur.

La marche historique a trompé M. Vandevyver, qui n'a pu voir le nom *Gramme* sans l'attacher à son générateur, ce qui l'a empêché de bien lire ces deux rubriques : 1° dans l'électro-magnétisme, MOTEUR OU RÉCEPTEUR *de Gramme;* 2° dans l'induction, GÉNÉRATEUR *de Gramme.* Il a tout simplement, les deux fois, compris MACHINE *dynamo-électrique de Gramme* (ce sont ses mots), ce qui lui a fait croire que je revenais sur ce que je n'avais pu expliquer qu'à demi la première fois. S'il avait seulement commencé à lire quelques lignes du développement, il se

serait bientôt aperçu de son erreur. Qu'il ne m'en veuille pas de lui faire remarquer, à lui qui n'a pas hésité à m'attribuer un pareil non-sens, que, s'il est peut-être permis de passer légèrement les yeux sur ce qu'on applaudit, il faut, par contre, s'informer consciencieusement des choses au sujet desquelles on se croit dans le cas d'émettre un jugement défavorable.

M. Vandevyver fait la comparaison suivante : " Le groupement général adopté par l'auteur ressemble, dans ses grandes lignes, à celui adopté par M. Janet, le directeur de l'École supérieure d'Électricité de Paris; mais avec cette différence, que l'on ne retrouve pas ici l'originalité et l'ordonnance si didactique qui font le charme de tout ce qui sort de la plume de M. Janet. "

Je ne vois pas trop comment accorder *la singularité des grandes lignes du cadre*, dont il a été question plus haut, avec *le manque d'originalité dans le groupement général* adopté ici par moi. Ici, comme partout, mon plan, bon ou mauvais, m'appartient; je n'ai copié ni suivi aucun de mes devanciers. Si M. Vandevyver fait allusion aux *Premiers principes d'Électricité industrielle* de M. Janet, seul ouvrage que je connaisse du savant directeur de l'École supérieure d'Électricité de Paris, j'affirme, de mon côté, que le *groupement général adopté par moi ne ressemble en rien dans ses grandes lignes* à celui adopté par l'auteur français, dont l'ouvrage a un but et partant un caractère tout à fait différents de ceux de mes éléments. Nous nous rencontrons peut-être dans certains détails, dans certaines comparaisons, bien que je n'aie pas eu sous les yeux cet excellent livre en écrivant le mien; j'ai plutôt emprunté à Joubert quelques figures sur l'électro-magnétisme. Le livre de M. Janet est charmant; là-dessus nous sommes pleinement d'accord; et il est même possible que de ma modeste plume il ne soit pas sorti une ordonnance comparable à la sienne.

M. Vandevyver n'aurait pas dû lancer sans preuves l'affirmation suivante: "Les notions générales sur la chaleur devraient être remaniées et mises à la hauteur des connaissances actuelles. " On dirait un reproche fait *auctoritate qua fungor* par un savant physicien à un commençant médiocre. Je ne sais si, en faisant ma troisième édition, j'aurai oublié de corriger quelque détail numérique qui aurait été dernièrement rectifié. Mais le mot *remanier* paraît avoir trait plutôt à la façon générale de présenter les faits, et à ce point de vue je crois n'avoir rien à remanier. Ma principale préoccupation ayant été de bien fixer dans l'esprit des commençants les grandes lois de la nature, tout en faisant

saisir les étroites liaisons qui existent entre les divers phénomènes physico-chimiques, j'ai dû être sobre dans les détails, mais j'ai donné à l'ensemble la plus grande attention.

Venant aux particularités de la critique de M. Vandevyver, je ne sais comment m'expliquer son étrange affirmation concernant l'*effet désastreux* que produiraient sur le cerveau des étudiants du Nord les fréquents renvois " tantôt à ce qui précède, tantôt à ce qui suit „. A ce qui suit, très rarement, peut-être sur cent fois une, et toujours à des sujets qui ne dépendent pas de ce qu'il est question de démontrer. L'auteur de la critique, de la bonne foi duquel je ne doute pas, m'accordera sans doute que cette distinction est essentielle, et qu'il ne saurait être ici question que des renvois à ce qui précède, les quelques autres isolés pouvant, du reste, être laissés de côté dans la première lecture de l'ouvrage.

Or, je ne vois pas en quoi ces pauvres chiffres entre parenthèses, peuvent obliger le lecteur qui n'en aurait pas besoin, à " faire la gymnastique „ ; et je suis, par contre, bien sûr que l'élève (dont la besogne ne consiste pas à lire le livre de suite, comme on lit un roman) sait bon gré à l'auteur qui s'est donné le mal de fouiller souvent son manuscrit, pour lui épargner la peine de fouiller son livre relié, lorsqu'il a oublié quelque chose dont il a besoin pour suivre la démonstration qu'il a en vue.

Je regrette vivement de me voir obligé de relever une autre erreur dans laquelle est tombé M. Vandevyver pour avoir mal compris quelques lignes du livre qu'il analyse. Il dit : " En effet, M. Escriche nous donne successivement des notions de l'éther, de la force électro-motrice, de la conductibilité, de la résistance, du courant, de la tension et du potentiel maximum ; tout cela, d'après lui, s'explique sans la moindre difficulté par l'hypothèse des actions continues de l'éther. „

Je n'ai nulle part fait une pareille affirmation. Voici ce que j'ai dit à ce sujet, page 282 : " En considérant les phénomènes électriques comme dus à des actions continues de l'éther, on ne suppose pas même la probabilité qu'il en soit ainsi ; on veut tout simplement dire que *les choses se passent comme s'il en était ainsi*. Cela suffit pour systématiser, du moins provisoirement, et faciliter d'une façon extrême l'étude de phénomènes aussi importants. „ Il y a loin de *faciliter d'une façon extrême l'étude des phénomènes par une systématisation* plus ou moins conventionnelle, à *expliquer ces mêmes phénomènes sans la moindre difficulté par une hypothèse*. Écrivant pour des élèves qui

ne connaissent que les mathématiques élémentaires, je n'ai pas cherché à donner l'explication probable des phénomènes électriques ; seulement, pour en faciliter l'intelligence et à titre de comparaison, j'ai tenu à faire ressortir l'analogie frappante qui existe entre certains phénomènes hydrauliques et électriques.

Voici maintenant " quelques inexactitudes ou fautes d'impression qui sautent aux yeux „, selon l'auteur de la critique.

" L'auteur admet que la colonne d'air au-dessus de la surface du sol est de 300 kilom. „ J'ai dit à ce sujet, page 219 : " ... mais l'air, porté à un état d'extrême raréfaction, de plus en plus prodigieuse, ne s'élève *probablement* pas à moins de 300 kilomètres. „ S'il y a erreur dans cette affirmation, il faudrait le prouver.

" Que la hauteur de la colonne de mercure est de 76 centimètres, si l'expérience se fait à 0° C. et au niveau de la mer. „ J'ai dit, page 221 : " *unos* 76 centimetros „, ce qui signifie " 76 centimètres *environ* „. D'ailleurs, est-ce que ce nombre 76 centimètres a cessé d'être admis comme la pression barométrique normale, de laquelle il est évident que je parle ?

" Qu'une pompe aspirante élève l'eau à 10 mètres. „ Voici la traduction de ce qui est écrit à ce sujet, page 231 : " La pompe aspirante ne permet d'élever l'eau qu'à 10 mètres environ *(unos 10 metros)*; c'est la hauteur de ce liquide qui peut être équilibrée par l'atmosphère. „ Ce qui veut dire que c'est la *hauteur théorique*. En pratique on aura deux, trois, quatre mètres de moins, selon la perfection de la pompe.

" Que les aéronautes s'élèvent à plus de 10 kilomètres dans l'atmosphère. „ Voici ce que porte mon livre, page 235 : " On a atteint à plus de 10 kilomètres, „ *ce qui est vrai*; mais cela ne veut pas dire, d'une façon générale, que les aéronautes puissent s'élever à plus de 10 kilomètres. Loin de là, on peut lire à la page 219 : " A 10 kilomètres ou un peu plus, l'air ne suffit plus pour maintenir la vie, comme il a été constaté dans les ascensions aérostatiques, qui n'ont pu guère surpasser cette limite „. Encore une fois, où est ici l'erreur ou la faute d'impression ?

Une dernière observation, qui ne porte plus sur la partie scientifique : " L'auteur donne partout la prononciation espagnole des noms des savants étrangers ; quelques indications historiques n'eussent-elles pas été préférables ? „ La prononciation espagnole, non, mais la prononciation *figurée*, c'est-à-dire la *vraie prononciation*, afin d'éviter qu'un lecteur qui n'entendrait pas la voix du professeur, prononce ces mots étrangers à

la façon espagnole, lisant *Plateau*, par exemple, *Platéaou*. Seulement *trois* ou *quatre* fois, là où l'usage a espagnolisé des noms très connus, je l'avertis; c'est le cas pour *Gay-Lussac*, que nous prononçons souvent *Gaï-Loussac*. C'est bien donc le contraire de ce que M. Vandevyver affirme en disant que " je donne partout la prononciation espagnole des noms des savants étrangers ".

Quant aux indications historiques, j'ai tenu à les écarter absolument de mon livre, qui, malgré cela, reste un peu volumineux pour les élèves auxquels il est destiné.

Maintenant, que reste-t-il de toutes les critiques de M. Vandevyver sur mon ouvrage ? Rien; c'est, du moins, ce qui résulte de l'analyse que je viens de faire, à mon tour, de son article bibliographique.

Est-ce à dire qu'en examinant avec attention mon modeste livre, on n'y trouverait rien à signaler comme devant être corrigé ou modifié ? Loin de là; si toute œuvre humaine est imparfaite, même celle des grands savants, la mienne doit l'être à plus forte raison; et je me suis toujours montré reconnaissant envers ceux qui, sur la demande que je fais moi-même dans la préface de mon livre, ont bien voulu m'adresser des observations tendant à améliorer un ouvrage au perfectionnement duquel je travaille toujours avec acharnement.

THOMAS ESCRICHE.

RÉPONSE DE M. VANDEVYVER

—

M. Escriche n'est point satisfait de mon compte rendu, et il s'en plaint non sans acrimonie. Ah ! si j'avais pu n'écouter que mon désir de lui être agréable ! Mais il n'est pas toujours donné au critique de sacrifier au plaisir de couvrir de fleurs les ouvrages qu'il analyse. Je ne les ai pas refusées au livre de M. Escriche. J'ai dit et je répète qu'on y rencontre " certaines démonstrations nouvelles ou heureusement modifiées „, " quelques appareils très ingénieux dus à l'auteur „, " des exemples d'application aux choses usuelles de la vie répandus à profusion et d'un choix souvent très heureux „. Avec la même franchise j'ai signalé ce que, à tort ou à raison, je considère comme défectueux. M. Escriche n'a retenu que cette dernière partie.

Sa réponse est très longue; la mienne le sera moins: j'éviterai, autant qu'il est en moi, d'encombrer la Revue.

L'auteur m'accuse de l'avoir lu avec trop peu d'attention. — Le reproche est vulgaire; rien ne m'empêcherait de le retourner à M. Escriche à propos de mon article.

Je n'ai reproduit que les grandes lignes de son livre. — C'est le cadre imposé à tout compte rendu ; il ne m'a pas empêché, de l'aveu même de M. Escriche, de " m'occuper longuement de son modeste traité élémentaire de Physique et de Chimie „, " son œuvre chérie „.

Encore n'ai-je pas saisi sa " pensée d'ensemble „. — C'est possible. M. Escriche a tort de m'en vouloir : c'est son secret, cette " pensée d'ensemble „, et un secret n'est pas toujours facile à pénétrer. D'ailleurs, j'ai dit à mes lecteurs que, de l'avis de l'auteur, on ne pourra juger son travail en connaissance de cause, qu'à la lumière des appréciations complètes qu'il compte émettre dans une publication intitulée *Programme rationnel*, ou *raisonné* ; et je les ai avertis, deux fois, que je ne connaissais pas ce qui a paru de ce programme.

J'ai même compris à rebours certains développements de détail. Ainsi j'ai écrit " programme rationnel „ où j'aurais dû écrire " programme raisonné „. — Est-ce bien sûr ? Le mot *rationnel* signifie, dit le dictionnaire de l'Académie, " qui est

raisonné, qui est fondé sur le raisonnement „. N'est-ce pas cela? Ce programme serait-il fondé sur autre chose?

M. Escriche signale l'influence du milieu sur l'ordonnance de son livre: dans son pays " malheureusement si mal gouverné toujours, la loi l'oblige à faire, dans l'enseignement secondaire, un seul cours de *Physique et de Chimie* „. — J'ignorais cette situation que l'auteur regrette ; je ne pouvais donc m'inspirer de ses conséquences. S'il s'ensuit des circonstances atténuantes, personne n'en refusera le bénéfice à l'auteur.

Quant à la question de la " machine Gramme „, la marche historique ne m'a trompé en aucune façon. Celui qui analyse un *manuel*, ne doit pas se placer à son point de vue, mais à celui de l'élève auquel ce manuel est destiné. Un physicien, au courant du sujet, peut très bien s'orienter dans un exposé où l'étudiant risque fort de se perdre. A mon humble avis, rien ne justifie, au point de vue didactique, le dédoublement en moteur et en générateur avec *interposition* des lois de l'induction. Au moins m'accordera-t-on qu'il y avait là l'occasion de signaler une " singularité „ ; je n'ai pas voulu faire autre chose. Même après les considérations que M. Escriche vient d'exposer, je reste convaincu que *la théorie de l'induction doit précéder la description des machines Gramme*, ces machines fussent-elles considérées comme motrices. Du reste, une fois qu'elles ont été exposées comme génératrices, le principe de la réversibilité peut donner en quelques mots et d'une façon logique l'explication du moteur, bien entendu si, comme dans le cas actuel, il ne s'agit que des éléments. C'est, je crois, la marche généralement suivie, et les maîtres de la science qui n'ont pas dédaigné d'écrire des traités élémentaires, l'ont consacrée en l'adoptant. Dans une discussion de ce genre, le mieux n'est-il pas de les prendre pour arbitres ? M. Escriche reconnaîtra avec moi qu'un de nos maîtres à tous et que nous devrions nous efforcer d'imiter, c'est Tyndall. Quel ordre, quelle clarté dans ses ouvrages ! Ce n'est pas Tyndall, croyons-nous, qui aurait adopté la marche suivie par M. Escriche; ce n'est pas lui non plus qui aurait présenté au numéro 370, sous la rubrique générale : " Mouvement dans les fluides „, le " principe d'Archimède „ en le rattachant à la résistance qu'oppose le fluide *au mouvement* du corps immergé, et qui aurait attendu jusqu'au numéro 496 — 68 pages plus loin — pour nous donner les applications directes de ce principe ; ce n'est pas lui qui aurait exposé, comme le fait l'auteur, les notions relatives à la chaleur ; nous y reviendrons. Réformer, c'est très

bien, mais on doit se garder de faire ce que l'on appelle, je crois, en espagnol un *pisto manchego*.

M. Escriche semble s'offusquer de ce que j'ai cru voir un air de parenté entre le groupement de certaines notions d'électricité dans son livre, et le groupement adopté par M. Janet. — Se rencontrer ne fût-ce que " dans certains détails et dans certaines comparaisons „ avec M. Janet, n'est pas chose à dédaigner ; on pourrait être en moins bonne compagnie.

D'après M. Escriche, tout se passe comme si " les phénomènes électriques étaient dus à des actions continues de l'éther „ ; et cette manière de voir " facilite d'une façon extrême l'étude de phénomènes aussi importants „. — Combien il serait désirable que cela fût vrai ! Surtout si l'on pouvait, par surcroît, accepter, sur la nature de ce fluide hypothétique, les idées que suggère M. Escriche au n° 56, p. 36 de son livre, où l'éther nous est présenté comme une sorte d'état limite de la matière pondérable, s'élevant progressivement de l'état solide à cet état ultra-gazeux ; et où l'on considère, comme une hypothèse acceptable, que toutes les substances sont de l'éther condensé, à des degrés divers. Les analogies, les comparaisons sont des auxiliaires dont il est permis d'user ; mais en en faisant le ciment d'une prétendue synthèse dont les éléments se rattacheront entre eux par de pures métaphores, ou aboutit tout au plus à donner aux élèves l'illusion qu'ils ont compris, à la faveur d'une confusion.

Les notions sur la chaleur devraient être mises au point, ai-je dit. — Il s'agit des notions fondamentales de *température* et de *quantité de chaleur*. Quelques citations suffiront à marquer le sens et la portée de cette observation ; elles nous fourniront, en outre, un exemple de l'emploi des " parenthèses à gymnastique „.

Page 17, n° 15, sous la rubrique générale " Théorie moléculaire „, on nous apprend que " les molécules des corps sont maintenues à distance par l'action de l'agent répulsif la *chaleur* „. On ajoute en note : " Quand la chaleur sert d'agent répulsif des molécules, elle ne se perçoit pas à l'extérieur. Celle qui se perçoit dans les corps se nomme *chaleur sensible*, comme on le verra plus loin. „

Plus loin, beaucoup plus loin, page 42, n° 70, nous lisons : " On a vu, dès les premières pages, que tous les corps, si froids qu'ils nous paraissent, contiennent une certaine quantité de chaleur, laquelle constitue la force répulsive qui, de concert avec la cohésion, maintient l'équilibre moléculaire. „ On renvoie au n° 15 ; puis on ajoute : " Pour mesurer ces quantités de chaleur,

dont l'unité s'appelle *calorie*, on emploie des appareils connus sous le nom de *calorimètres*, dont on donnera une idée en son lieu.

„Tous les corps laissent échapper continuellement une certaine quantité de chaleur, appelée *sensible* (on renvoie à la note du n° 15) qui constitue leur *température*, et celle-ci, qui a pour unité le *degré*, se mesure au moyen du *thermomètre*, appareil bien connu, que représente la figure 27 et dont nous verrons la théorie plus loin. „

Il nous faut passer maintenant à la page 505 où l'on donne, au n° 1078, la définition du coefficient de dilatation k. On en tire, au n° 1080, l'expression de la dilatation d pour " un corps de grandeur m et une variation de température t^o „, $d = kmt$. Enfin, on aborde la *Thermométrie* au n° 1091, après l'exposé des résultats de l'étude quantitative de la dilatation sous les trois états des corps; voici ce qu'on en dit : " Puisque d'après la formule (67) n° 1080, p. 506 — il s'agit de la relation $d = kmt$ — la dilatation ou la contraction d est, toutes choses égales d'ailleurs, proportionnelle à la variation de température t, il est évident qu'en observant sur l'échelle les dilatations et les contractions du liquide, on arrivera à connaître les variations de température. C'est tout.

Quant à la calorie, nous trouvons au n° 1154, p. 534, la définition de la *capacité calorifique*, suivie de cette remarque : " La capacité calorifique de l'eau est prise, comme nous le savons, pour unité de chaleur „ ; et on renvoie au n° 70 de la page 42 que nous avons cité. — Est-ce se montrer trop exigeant que de demander que ces notions fondamentales soient mises au point ?

J'ai parlé des " parenthèses à gymnastique „. — Ce que j'ai dit tantôt du *principe d'Archimède*, séparé par 68 pages de ses applications directes; ce que je viens de rappeler des notions sur la chaleur, montre bien que la multiplicité des références est la conséquence d'une fâcheuse ordonnance de l'ensemble et des détails. Je n'ai pas dit autre chose.

Quant aux incorrections que j'ai relevées et auxquelles l'auteur donne plus de poids qu'aux qualités que j'ai trouvées à son ouvrage, je n'y ai pas attaché plus d'importance qu'il ne convient : ce sont des *lapsus* qui échappent à tout écrivain.

Je pourrais dire à M. Escriche que c'est à lui à faire la preuve de l'existence de 300 kilomètres d'air, même raréfié; elle intéresserait les physiciens.

A la question du baromètre, il ne manque, je le sais, qu'un mot

d'explication. Quand on parle de la pression moyenne normale de 76 centimètres, et qu'on prend pour unité l'atmosphère, il s'agit d'une hauteur de colonne de 76 centimètres, réduite à 0° C. au niveau de la mer et à la latitude de 45°.

Les explications relatives à la pompe sont très exactes, et je n'ai pas douté un instant que l'auteur ne fût à même de les donner; mais j'aurais voulu les lire dans son manuel.

Le point relatif à la prononciation " espagnole „ ou " figurée „ est une querelle de mots qui rappelle le programme " rationnel „ ou " raisonné „ de tantôt. L'adjectif a trahi ma pensée, mais ma critique subsiste : il vaut mieux apprendre aux élèves à connaître les grands physiciens et leurs travaux qu'à bien prononcer leurs noms. M. Escriche répond qu'il a tenu à écarter absolument ces indications historiques de son livre " qui, malgré cela, reste un peu volumineux pour les élèves auxquels il est destiné „. Ceci est un reproche que je n'avais point fait.

Dans sa préface, l'auteur appelle la critique et lui promet sa reconnaissance : on ne s'en douterait guère ; il semble plutôt décidé à travailler seul " avec acharnement „ à améliorer son œuvre. Ces efforts sont très louables, et si je me permets de les trouver nécessaires, M. Escriche s'en consolera aisément : il se rappellera que l'appréciation d'un critique lui est personnelle et n'a pas force de loi. Il se peut très bien que quelque physicien, voire même un prince de la science, juge son ouvrage autrement que moi. Je le souhaite à M. Escriche dont la reconnaissance pour l'auteur supposé de cet éloge n'ira pas, sans doute, jusqu'à le forcer à rééditer son article.

VANDEVYVER.

LES

TRÉPANATIONS PRÉHISTORIQUES

I

Depuis longtemps, Montfaucon avait signalé la présence dans une tombe d'un crâne portant deux perforations ; l'individu était en voie de guérison au moment de sa mort. La caverne sépulcrale de Nogent-les-Vierges renfermait plus de deux cents squelettes; elle fut fouillée peu de temps après la Restauration ; Barbié du Bocage annonçait à la Société des Antiquaires un crâne présentant une ouverture ne mesurant pas moins de 2 pouces sur 3, en provenant et Cuvier affirmait que l'homme avait survécu au moins douze ans à cette grave blessure. En 1843, on recueillait auprès de Crozon en Bretagne, un crâne trépané, aujourd'hui au Musée de l'École de Médecine à Brest, et là aussi on constatait la longue survie de l'opéré (1).

Ces faits, d'autres encore, passèrent inaperçus. Les temps préhistoriques étaient ignorés et des savants même éminents les rejetaient avec une persistance et un mépris qui étonnent singulièrement aujourd'hui. C'est à un médecin de la petite ville de Marvejols, le docteur Prunières, que revient l'honneur de les avoir mis en lumière et de les avoir fait accepter par le grand public. En 1873, il montrait aux membres de l'Association française pour

(1) P. du Châtellier, *Crâne trépané découvert à Crozon* (*Finistère*) le 20 sept. 1843.

l'avancement des sciences réunis à Lyon (1), une rondelle osseuse un peu plus grande qu'une pièce de 5 francs taillée dans un pariétal humain et provenant d'un dolmen de la Lozère. L'année suivante, pour compléter sa première communication, le docteur avait apporté à Lille, d'une part toute une série de rondelles semblables à celle que l'on avait vue à Lyon, et de l'autre, de nombreux crânes perforés, les uns durant la vie et déjà plus ou moins complètement cicatrisés, les autres ayant été soumis à une trépanation posthume facile à reconnaître. Les fouilles des grottes des Beaumes Chaudes procurèrent au docteur soixante pièces nouvelles, fragments de crâne ou rondelles crâniennes qui confirmaient ses premières découvertes (2), et Broca constatait à son tour sur trois crânes retirés de la grotte de l'Homme Mort, célèbre caverne du Midi de la France, de larges pertes de substance impossibles à attribuer à des causes accidentelles (3).

Il est d'un grand intérêt de voir des hommes séparés de nous par des siècles, dont il est difficile de supputer la durée, pratiquer avec quelques misérables silex, les seuls instruments à leur disposition, une opération toujours délicate même avec les puissantes ressources de notre chirurgie moderne. Partout des recherches furent entreprises ; partout de nouveaux faits affirmèrent ceux que nous venons de dire. Il faut résumer les plus remarquables d'entre eux ; nous verrons ensuite les conclusions qu'ils comportent. Une rapide énumération entraîne toujours une certaine monotonie ; nous espérons que le lecteur la pardonnera en faveur de l'importance de la question qui

(1) Seconde session de cette Association qui a puissamment aidé au progrès de la science. De semblables associations, bien plus anciennes que la nôtre, existent en Angleterre et aux États-Unis.

(2) La collection Prunières renfermait 167 crânes ou fragments de crânes perforés ; 115 provenaient des cavernes, 52 des dolmens de la Lozère. *Ass. Franç.* La Rochelle, 1882 — Blois, 1884.

(3) Sur un des crânes, l'opération avait été répétée deux fois C'est un fai que nous aurons souvent à redire.

touche aux plus graves problèmes que l'homme puisse aborder.

Les grottes néolithiques de la Marne donnaient à M. de Baye des crânes perforés, des rondelles crâniennes, des amulettes détachées de crânes humains semblables à ceux recueillis par le Dr Prunières (1). Trois crânes avaient subi la trépanation durant la vie de leur possesseur et les sujets trépanés avaient survécu ; la plaie osseuse présente des traces incontestables de réparation et les bords de l'ouverture ne montrent plus les sillons imprimés par l'outil de l'opérateur. Sur l'un des crânes, les perforations sont sur deux points assez rapprochés, mais la séparation est nettement établie et exclut toute idée d'une seule opération. Les autres crânes recueillis par M. de Baye ne montrent aucune trace de réparation ; la trépanation a donc eu lieu après la mort (2).

Le Mégalithe des Mureaux auprès de Saint-Germain, d'une longueur de 9 mètres, recouvert de larges dalles, renfermait environ 60 squelettes. Plusieurs des crânes étaient trépanés. Le mobilier, silex taillés, couteaux, racloirs, poteries, était franchement néolithique. Un poignard en bronze trouvé postérieurement ne paraît pas de la même époque.

M. Ad. de Mortillet décrivait, il y a quelques années, l'allée couverte de Dampont (Cne de Us, Seine-et-Oise) (3). La crypte sépulcrale en forme de rectangle mesure 9 mètres de longueur sur 1m,80 de largeur. Le vestibule est séparé de la chambre par une dalle en calcaire munie d'un

(1) ARCH. PRÉH., p. 162.

(2) M. de Mauvoisin a trouvé dans des grottes artificielles auprès de Baye de nombreux ossements humains, et parmi eux plusieurs crânes. Huit de ces crânes ont été offerts par lui au Musée de la Société d'Anthropologie et Broca a relevé sur deux des traces de trépanation ; sur l'un, elle avait été faite sur le vivant, sur l'autre elle était postérieure à la mort. BUL. SOC. ANTHR., 1880, p. 10.

(3) BUL. SOC. ANTHR., 1889, p. 240. — ANTHR., 1891, p. 380. — NATURE, 2 janv. 1886.

trou carré de $0^m,45$ de largeur. Deux feuillures indiquent qu'elle devait être fermée par une poutrelle. Le mobilier funéraire est pauvre ; on a trouvé dans la chambre des lames, des grattoirs en pierre, des haches polies, des instruments en os, des fragments de poterie commune. Tout montre qu'ici aussi nous sommes en présence d'une sépulture néolithique. Trois crânes complétaient la découverte ; le premier porte sur le temporal gauche un trou ovale de 30 millimètres sur 18 ; on constate un travail assez avancé de reconstitution. Le second présente entre le front et le temporal une ouverture de 9 centimètres sur 2 ; les bords ont été coupés avec une grande netteté au moyen d'un couteau en silex à tranchant très vif ; on ne voit sur les parois aucune trace de cicatrisation. Le troisième enfin est un fragment de calotte crânienne ; il offre sur un des pariétaux, à partir de la suture coronale, une coupure sinueuse très nette d'environ 10 centimètres de longueur. La pièce n'est pas assez complète pour permettre une conclusion sérieuse.

Parmi les collines qui bordent la rive droite de la Seine en amont de Paris, il existe un mamelon isolé et escarpé qui s'avance comme un promontoire dans la plaine. C'est le tertre Guérin, vaste dépôt de craie exploité depuis un nombre considérable d'années (1). Les ouvriers ont successivement mis au jour huit grottes ; presque toutes renfermaient des ossements humains, malheureusement dispersés aussitôt que recueillis. Seule une grotte ouverte en 1874 a pu être scientifiquement étudiée. Au milieu d'ossements divers, de silex polis, d'instruments en bois de cervidé, de fragments de poterie, gisait le crâne d'un vieillard qui présentait un cas remarquable de trépanation ; malheureusement, il fut brisé par les ouvriers au moment de la découverte (2).

(1) REV. D'ANTHR., 1878, p. 94.
(2) M. Chouquet a retiré de cette grotte 35 têtes de cubitus gauche. Suivant

Dans le canton de Moret (Seine-et-Marne), le même explorateur a recueilli deux fragments crâniens ; le premier témoigne de la trépanation faite sur le vivant, le second de la trépanation posthume. Dans cette sépulture qui, par l'absence de tout objet en métal, par la forme et le travail des silex et des poteries, appartient au néolithique, on remarque déjà des traces de l'incinération du cadavre. Nous touchons donc à l'époque du bronze, où cette coutume va devenir générale (1).

Le département de Seine-et-Marne dont il vient d'être question, comptait déjà aux temps préhistoriques une population considérable. Les fouilles entreprises en donnent chaque jour une preuve nouvelle. Un crâne trépané par grattages successifs a été trouvé dans la vallée du Petit Morin auprès de Crécy, dans une sépulture remontant à l'âge de la pierre polie (2). On y recueillait des ossements appartenant au moins à trente individus différents, parmi eux des tibias remarquables par leur section ovale, puis des haches, des couteaux, des grattoirs en silex, des pics en calcaire siliceux avec emmanchement en bois de cerf. La sépulture elle-même comprenait deux chambres séparées par un mur en pierres sèches et recouvertes par une pierre meulière pesant au moins douze cents tonnes. Ne pouvant la soulever, les troglodytes avaient pris le parti de creuser sous elle pour préparer la sépulture qu'ils destinaient aux leurs.

La grotte néolithique de Feigneux (Oise) a donné un crâne dolichocéphale ayant appartenu à un homme de 30 ans, se rapprochant du type de ceux de la grotte de l'Homme Mort. Ce crâne portait sur le pariétal gauche près de la suture sagittale, une double perforation, l'une posthume, l'autre faite durant la vie. Celle-ci est considé-

un usage assez général à cette époque, les os avaient été décharnés préalablement à la sépulture.

(1) BUL. SOC. ANTHR., 1876, p. 276.

(2) COMPTES RENDUS AC. DES SC., 18 oct. 1886.

rable et mesure environ 60 millimètres de diamètre (1). Les ossements recueillis comprenaient 41 humerus : 11 étaient perforés; sans attacher à ce caractère une importance exagérée, nous dirons seulement que c'est la proportion la plus forte connue en France. Les tibias peu nombreux sont platycnémiques (2).

A St-Martin-la-Rivière, aux confins du Haut Poitou, il a été retiré d'une chambre en blocage, sous un tumulus relativement élevé, trois crânes trépanés et une rondelle crânienne taillée en pendeloque. Sur un des crânes la perforation obtenue par le grattage était restée incomplète ; un autre, au contraire, avait subi une double perforation. Les fouilles du cimetière voisin ont mis au jour de nombreux cists en pierre et tout un mobilier datant de la pierre polie, un marteau percé pour emmanchure, des polissoirs en grès, une plaque de granit, une hache en calcaire corallier, d'autres en fibrolithe, en jadéite, en serpentine, quarante-trois pointes de flèche, les unes à pédoncule, les autres à barbelure, de nombreux instruments de toute espèce en silex ou en os, des poteries apodes ou à fond plat, quelques-unes d'une remarquable finesse, d'autres chargées d'ornements (3). Si, comme il est probable, les crânes, bien qu'ils n'aient pas été trouvés sur le même emplacement, datent de la même époque que le mobilier que nous venons de résumer, il faut rattacher ces hommes à la fin de la période néolithique, au moment où le bronze va transformer les armes et les outils, et apporter à l'homme une civilisation nouvelle, des progrès nouveaux.

Un instituteur, M. Souché, a fait connaître sous un dolmen aux Lizières (Cne de Pamproux, Deux-Sèvres) un crâne ayant subi deux opérations, une première presque circulaire, une seconde, amorce probablement de la pre-

(1) Mesurée sur la table externe.

(2) BUL. SOC. ANTHR., 1887, p. 527.

(3) Tartarin, *L'âge de la pierre à St-Martin-la-Rivière*. MAT. POUR L'HIST. DE L'HOMME, 1884, pp. 293, 301.

mière. Le rapport fait par Prunières à la Rochelle à l'Association scientifique, montre que le tissu osseux présentait des traces de maladie et que l'opération avait dû être faite dans un but thérapeutique (1). L'ossification à peu près complète prouve la vieillesse de l'homme et le succès de l'opération. Sa taille était d'environ $1^{m},77$, les tibias étaient platycnémiques, disposition assez générale dans notre pays à cette époque, et le membre inférieur gauche portait une plaie déjà cicatrisée au moment de la mort. Il est assez difficile de fixer l'époque où cet homme vivait. Pour M. de Mortillet, les sillons pratiqués pour détacher le fragment du crâne sont plus francs, plus nets, plus étroits que s'ils avaient été produits par un instrument en silex. L'opération avait mal réussi ; une partie seulement de la plaque osseuse s'était détachée et le reste était resté fixé au crâne (2).

Nous avons déjà mentionné un crâne trouvé, dès 1843, en Bretagne. Ce n'est pas là un fait unique et d'autres découvertes sont venues confirmer celle de Crozon. M. Gaillard de Plouharnel cite un crâne provenant des sépultures mégalithiques du Port Blanc (3). Ce crâne, probablement de l'âge de bronze, offre une trépanation très nette obtenue par le sciage ou la section de l'os. A côté était une rondelle de cinq centimètres de diamètre remarquable par le grattage qui se voit sur l'épaisseur de la boîte crânienne. Nous aurions donc sur le même crâne un curieux exemple du double mode employé. Il faut cependant ajouter que, selon le Dr de Closmadeuc, savant très autorisé, les ossements n'auraient qu'une relation accidentelle avec le méga-

(1) BUL. SOC. ANTHR., 1882, p. 145. — REV. D'ANTHR., 1884, p. 214.

(2) M. de Mortillet avait signalé dès 1875, à Bougon, dans le même département des Deux-Sèvres, un crâne trépané trouvé sous un dolmen. L'os de la paroi supérieure est percé d'un trou de forme ovale mesurant 5 centimètres sur 4. Les bords étaient parfaitement cicatrisés. A cette époque, on ne connaissait qu'un petit nombre de cicatrisations ; celle-ci, la cinquième parmi ces découvertes, fit sensation.

(3) Auprès de St-Picoux de Quiberon (Morbihan).

lithe et qu'ils y auraient été déposés à une époque postérieure à son érection (1).

M. du Chatellier cite un tumulus dans la commune de Guissény (Finistère) recouvrant une crypte sépulcrale. Le squelette de haute taille était couché sur le côté gauche, les jambes repliées à angle droit, le bras gauche le long du corps, le bras droit étendu comme si le mort voulait saisir un vase fait à la main, muni de quatre anses et placé à la hauteur de la poitrine. Auprès du bassin, se trouvaient une lame de poignard sans rivets et deux petites plaques de bronze. Le frontal portait des traces d'oxyde provenant d'un bandeau, sans doute aussi en bronze. La présence de ces objets donne à la sépulture une date certaine (2). On arrive à la même conclusion pour un crâne trépané pendant la vie, trouvé à l'autre extrémité de la France, à Sallanches (Savoie) (3).

Le Midi de la France apporte les mêmes enseignements que le Nord. Mentionnons la grotte de Sargels, qui a donné un frontal appartenant à un individu mort avant la cicatrisation complète de la plaie (4), un cas de trépanation suivi de guérison sur un crâne provenant de la grotte sépulcrale de Rousson (Gard) où il gisait au milieu de soixante squelettes, hommes, femmes, enfants. La plaie située sur la partie antérieure de la fosse temporale droite mesure 70 millimètres de longueur, sur 50 de largeur (5). Citons encore un crâne féminin recueilli sous un dolmen dans les Cévennes, auprès de Montpellier-le-Vieux. Ce crâne qui portait deux perforations auxquelles la femme avait survécu, rappelle par sa forme ceux si connus de Cro-Magnon. Il est remarquable par l'épaisseur des os, la saillie des apophyses et des surfaces d'insertion muscu-

(1) BUL. SOC. ANTHR., 1883, pp. 258, 301 ; 1885, p. 412.
(2) MAT. POUR L'HIST. DE L'HOMME, 1884, p. 85.
(3) Truchet, *Note sur un crâne préhistorique*. Chambéry, 1890.
(4) La Pouge, *Crânes de Larzac*, BUL. SOC. ANTHR., 1891, p. 683.
(5) BUL. SOC. ANTHR., 1894, p. 354.

laire ; les trépanations paraissent avoir été faites par le raclage et sont complètement cicatrisées.

Nous devons à un de nos plus savants préhistoriens, M. Cartailhac (1), la découverte sous un dolmen auprès de Saint-Affrique, d'un crâne petit et brachycéphale ayant probablement appartenu à un jeune homme. Ce crâne portait deux perforations successives, l'une vers le bregma faite durant la vie (les traces caractéristiques de réparation ne peuvent laisser de doutes à cet égard) ; l'autre, au contraire, au niveau du lambda semble n'avoir été pratiquée qu'après la mort de l'individu. La tombe renfermait quatre autres squelettes dont les crânes ne portaient aucune lésion. Les humerus présentaient la perforation olécrânienne, les tibias étaient platycnémiques (2), le mobilier appartenait à la période néolithique (3). Ce crâne offre cette particularité intéressante, que nous avons déjà vue et que nous aurons encore l'occasion de voir, d'une opération successivement pratiquée sur le vivant et sur le mort.

Peut-être convient-il de mentionner ici, quoiqu'il soit actuellement impossible de rattacher la découverte à notre sujet, une communication récente faite par le Dr Manouvrier à la Société d'Anthropologie de Paris (4). Il avait remarqué sur un crâne provenant du dolmen de l'Épône auprès de Mantes, une curieuse cicatrice crânienne en forme de T occupant la région du vortex. Sur douze crânes de cette provenance, trois, tous féminins, présentaient cette perforation ; six également féminins ne la portaient pas. Nous n'avons donc pas là, disons-le de suite, un usage général chez le clan ou chez la tribu.

Poursuivant ses recherches, M. Manouvrier remarquait une lésion semblable sur trois crânes féminins provenant

(1) *France préhistorique*, pp. 285 et suiv.

(2) Depuis les savantes recherches du Dr Manouvrier, il n'est plus permis de voir dans la platycnémie un signe d'infériorité raciale.

(3) BUL. SOC. ANTHR. DE LYON, 1883-1884.

(4) BUL. SOC. ANTHR., 1895, p. 357.

de Vauréal, de Conflans-Ste-Honorine et de Feigneux, toutes localités également voisines de Mantes. Le premier est celui d'une jeune fille de 13 à 14 ans, le second appartenait à une femme adulte, le troisième enfin, celui de Feigneux, à une vieille femme. Ces mutilations que nous ne connaissions pas jusqu'ici, paraissent le fait exclusif d'une population ayant un habitat limité. Peut-être faut-il y voir un usage religieux ou hiératique, ce que peut confirmer la forme adoptée. Il serait intéressant de savoir si des lésions artificielles semblables existent dans d'autres pays ; nous appelons sur ce point l'attention des anthropologistes.

Nous pourrions facilement multiplier ces faits. Le nombre de crânes trépanés recueillis jusqu'à ce jour en France, est considérable ; et il le serait assurément plus encore, si pendant des siècles, on n'avait pas négligé ces découvertes et dispersé des ossements dont nul ne soupçonnait encore l'importance scientifique (1).

Les découvertes que nous venons de citer permettent déjà certaines conclusions. Nous ne connaissons aucune trépanation que nous puissions dater du paléolithique. M. Gassies, il est vrai, prétend rattacher à ces temps l'abri d'Entre-Roches, auprès d'Angoulême, où il a été trouvé un pariétal humain avec une perte de substance évidemment artificielle (2). Mais des fouilles plus récentes ont donné une hache en pierre polie et des fragments de poterie à boutons latéraux. Ils ne peuvent laisser aucun doute sur le moment où cet abri était habité par l'homme.

C'est donc au néolithique, autant que nos connaissances actuelles permettent une affirmation (3), que nous voyons

(1) Un fragment de crâne trépané trouvé dans la grotte de la Buisse (Isère) avait été pris pour une ébauche de cuiller ! *Ass. Franç.*, Grenoble 1885.

(2) *Ass. Franç.* Nantes 1875, p. 888. — BUL. SOC. ANTHR., 1876, p. 247, 432.

(3) Le nombre d'ossements humains que l'on peut avec quelque sécurité faire remonter au paléolithique, est faible. Le Dr Hamy le portait, il y a quelques années, à douze seulement.

pour la première fois cette opération plus redoutable en apparence qu'en réalité (1). Nous la voyons chez les troglodytes de la caverne de l'Homme Mort placée généralement aux débuts de cette période ; nous la trouvons encore à Moret, au moment où elle va prendre fin. La trépanation continue durant tout l'âge de bronze ; on a reconnu, il y a quelques années, un cas remarquable dans un cimetière mérovingien auprès de Saint-Quentin (2) ; on connaît aussi un crâne trépané provenant d'une sépulture franque, à Limet (Belgique). L'homme pouvait avoir de 40 à 50 ans. Il porte à la région temporale gauche, un trou de forme ovale ; le squelette était couché sur le ventre, la tête enfouie dans l'argile humide ; l'opération avait été faite par le grattage et l'opéré avait survécu assez longtemps à sa blessure (3). Les Gaulois enfin, ont constamment porté comme ornements ou amulettes, des rondelles extraites de crânes humains provenant évidemment de trépanations. Puis l'opération du trépan tombe en désuétude ; elle est rarement mentionnée par les historiens ou par les chroniqueurs. Ambroise Paré, le père de la Chirurgie française, décrit cependant les instruments dont on se servait pour l'opération et défend expressément de la tenter sur certaines parties de la tête ou sur l'os fracturé.

II

Recherchons maintenant les faits connus chez les autres peuples de l'Europe, et voyons s'ils conduisent aux mêmes conclusions que les découvertes faites en France.

Des débris humains ont été trouvés auprès de Mount Stuart House, dans l'île de Bute, et avec eux une urne en

(1) Velpeau, *De l'opération du trépan*.
(2) MAT. POUR L'HIST. DE L'HOMME, 1887, p. 263.
(3) IBID., 1886, p. 60.

poterie grossière, un collier en jais et un mince fragment de bronze (1). Le crâne, en assez bon état de conservation, appartenait à une jeune femme (les dents de sagesse n'étaient point encore sorties). Il porte au côté gauche du frontal, une perforation triangulaire mesurant 3/8 de pouce et entourée d'un bourrelet assez volumineux qui montre que la femme avait longtemps survécu. C'est, croyons-nous, le premier exemple connu de la trépanation préhistorique en Écosse. Il doit dater des débuts de l'âge de bronze.

Le Dr Thurnam cite bien, en Angleterre, un crâne percé d'un large trou dont les bords témoignent d'un travail réparateur ; mais nous ne savons dire si la blessure vient d'une opération ou d'une cause traumatique. Les conditions de la plaie rendent même cette dernière hypothèse la plus plausible (2). La Grande-Bretagne, aux temps que nous étudions, était encore peu peuplée ; de là, la rareté des ossements préhistoriques et en particulier celle des crânes trépanés.

En Allemagne au contraire, à en juger par les reliques recueillies, l'opération paraît avoir été fréquente. Il y a quelques années, le Dr Wankel découvrait dans la grotte de Bytchiskala (Bohême), le crâne franchement brachycéphale d'une jeune fille de dix à douze ans qui avait subi la trépanation. La plaie située sur le côté droit du frontal était à demi cicatrisée. Le docteur date cette sépulture de l'époque de Hallstatt, le IIe siècle avant notre ère ; les bracelets de bronze, les grosses perles de verre vert, tout le mobilier funéraire confirment cette hypothèse (3).

(1) L'île de Bute est située sur la côte d'Écosse, à l'extrémité nord du Firth ou golfe de Clyde. Dr Munro, *On prehistoric Trepaning in the old and new Worlds*. PROC. SOC. ANTIQUARIES OF SCOTLAND, t. XXXV.

(2) ARCHÆOL., t. XLII, p. 161. « In a large proportion of the barrows which I have opened, dit Thurnam, many of the skulls exhumed have been found to have been cleft apparently with a blunt weapon such as a club or a stone axe. »

(3) REV. D'ANTHR., 1878, p. 344.

Le même observateur cite aussi deux crânes conservés au Musée de Prague et provenant l'un et l'autre de Bilin. Un d'eux, dolichocéphale, présentait vers le centre du pariétal droit, une ouverture de $0^m,60$ sur $0^m,40$; la cicatrisation était avancée et le crâne paraissait très ancien. Le second était mésaticéphale et l'ouverture circulaire mesurait $0^m,40$ de diamètre ; nul doute que dans les deux cas, les blessures ne fussent dues à la trépanation (1).

Les découvertes faites en Bohême sont nombreuses et intéressantes, et l'on voudrait toutes les raconter. A Trupschitz, à l'ouest de Brux, un tumulus recouvre une sépulture où gisaient plusieurs squelettes, dont les crânes montraient des ouvertures à bords cicatrisés (2). Virchow appuyait cette conclusion en présentant un crâne provenant d'une sépulture néolithique qui portait sur le pariétal droit une cicatrisation déjà ancienne au moment de la mort (3).

Au Congrès des médecins tenu à Prague en 1882, le docteur Kopernicki a donné une curieuse étude sur les crânes trépanés de son pays. Presque toujours, dit-il, l'opération se faisait au haut du front sous la région pilaire ; il montrait à l'appui un crâne recueilli à 2 mètres de profondeur ; les parois de la plaie étaient coupées en biseau et l'absence de toute trace de réparation permet de croire que la mort avait rapidement suivi l'opération, si même elle n'en avait pas été la conséquence immédiate.

La Moravie confine à la Bohême ; elle est habitée par la même race ; les mêmes coutumes, les mêmes usages s'y trouvent Virchow fait connaître un crâne vraisemblablement féminin provenant de la nécropole de Gaya (4). Il est remarquable par une énorme perte de substance occu-

(1) BUL. SOC. ANTHR., 1877, p. 10.

(2) Pudel, BUL. SOC. ANTHR. DE BERLIN, 15 nov. 1879.

(3) *Ueber trepanirte Schädel von Giebiechenstein.* VERHAND. DER BERLINER GESELL. FÜR ANTH., 1879, p. 4.

(4) *Zeitschrift für Ethnologie*, 1890. — ANTHROPOLOGIE, 1891, p. 94.

pant le tiers postérieur du frontal et les deux tiers antérieurs des pariétaux. La blessure mesurait 123 millimètres de longueur sur 103 de largeur ; les bords ne présentent aucune trace de réaction inflammatoire, la trépanation a donc dû être posthume. L'illustre savant à qui nous empruntons ces détails, croit que l'on a voulu faire du fragment enlevé une coupe à boire. Nous lui laissons la responsabilité de cette assertion, difficile à réfuter pour ceux qui n'ont pas vu la pièce. Mais ne peut-on pas, avec autant et plus de vraisemblance, supposer que l'on est en présence d'une de ces superstitions malheureusement si communes dont l'homme, même de nos jours, ne sait s'affranchir et que le but des opérateurs était d'obtenir une de ces rondelles que nous savons si recherchées ? Les objets recueillis dans la nécropole de Gaya permettent de la rattacher à l'âge de bronze.

La trépanation était également pratiquée dans les régions de l'extrême Nord. Un crâne trépané a été découvert sous l'allée couverte de Borreby, et M. Engelhardt écrivait naguère que sous un dolmen renfermant des armes et des outils de pierre situé à Nœs, île de Falster (1), on avait trouvé un crâne portant une ouverture longue de 55 millimètres sur 44. Il voyait dans cette ouverture le résultat d'un coup porté par un instrument contondant auquel l'homme aurait immédiatement succombé. Mais M. de Baye lui a répondu avec raison que les contours de la plaie étaient trop réguliers, pour que l'on pût les attribuer à une cause traumatique. Il faut — nous citons ses paroles — une main puissante, une arme sûre, et un sujet s'y prêtant avec beaucoup de bonne volonté pour produire une lésion aussi nette.

Dès 1878, Mantegazza présentait à la Société italienne d'Anthropologie le moulage d'un crâne russe offrant les

(1) Petite île de la Baltique appartenant au Danemark. Des crânes trépanés en provenant figuraient à notre Exposition de 1889.

marques indubitables d'une double trépanation faite, l'une durant la vie, l'autre après la mort. Le professeur Anoutchine faisait, il y a quelques années, au Congrès de Vilna une communication sur deux crânes trépanés ; l'un remontait à l'époque de la pierre polie, l'autre appartenait à une époque plus récente, si tant est même que nous puissions le classer parmi les crânes préhistoriques. Il porte à la partie supérieure du frontal une ouverture irrégulière faite après la mort (1). Plus tard, le même savant annonçait à Moscou, la découverte d'une amulette de forme ovale taillée aux dépens du pariétal et mesurant 62 millimètres sur 50 dans sa plus grande largeur. Les objets néolithiques trouvés auprès de cette amulette permettent de la dater. C'est la première découverte de ce genre que je connaisse en Russie, et il n'est pas sans intérêt de retrouver dans toutes les parties de l'Europe des traces de cette même étrange superstition (2).

Le professeur Miller a recueilli dans une nécropole à Khoulam (Caucase) un crâne présentant un commencement de trépanation; il ne nous fait pas connaître les causes qui ont arrêté la main de l'opérateur. Ceux qui ont suivi les Congrès d'anthropologie et d'archéologie préhistorique se rappelleront la présentation faite par M. de Quatrefages de plusieurs crânes Esthoniens; l'un d'eux portait, vers le centre de la suture coronale, une ouverture due probablement à une opération faite sur le vivant.

Si de l'extrême Nord, nous descendons vers l'extrême Sud, nous aurons les mêmes faits à enregistrer, les mêmes conséquences à en tirer. Delgado, qui, dès 1867, antérieurement par conséquent à la publication des découvertes du Dr Prunières, avait fait connaître un crâne trépané provenant de la grotte de Cesareda, mentionnait en 1880,

(1) BUL. SOC. ANTHR., 1893, p. 785. — ANTHROPOLOGIE, 1893, p. 45; — 1894, p. 73.

(2) M. Pérédolsky mentionne également à Kolomtsy (Gouv. de Novgorod), un fragment de crâne muni d'un trou de suspension et ayant servi d'amulette.

au Congrès préhistorique de Lisbonne, deux cas remarquables observés en Portugal (1). L'un des crânes avait été recueilli à Furninha, une des grottes les plus anciennement habitées du pays, l'autre à Casa da Moura. Ce dernier, conservé dans les collections du Musée de Lisbonne, présente une particularité assez rare : la lésion qu'il porte sur le pariétal gauche est en forme de carré long terminé à ses extrémités par un arc de cercle (2).

Je ne puis citer en Espagne qu'un seul exemple décrit par le Dr Oloriz (3) devant l'Académie Royale d'Histoire de Madrid, et encore ne rentre-t-il dans notre étude qu'à titre de renseignement. Le crâne découvert à Itálica près de Séville, appartient à un homme de 25 à 30 ans. La tête est grande, harmonieuse, dolichocéphale ; la capacité crânienne est élevée (1698 c. c.), supérieure à celle des Espagnols actuels, la mandibule d'aspect massif. La perforation est située à un centimètre au-dessus de l'écaille temporale droite ; elle est de forme irrégulière et mesure seulement 12 millimètres de diamètre. Le clou qui a produit la blessure est en cuivre très altéré superficiellement. Le docteur croit qu'il a dû être introduit durant la vie, soit comme mode de supplice, soit dans un but superstitieux, pour guérir une maladie de cerveau, par exemple. C'est à raison de la probabilité de ce dernier fait que nous le mentionnons ici.

M. Bellucci a recueilli dans l'Ombrie un nombre considérable de rondelles crâniennes absolument semblables à celles de la Lozère ou de la Marne ; il est bien certain qu'un sentiment superstitieux s'y attachait, c'est tout ce que nous pouvons dire actuellement.

(1) COMPTE RENDU, p. 219. Voir aussi *Noticia acerca Grutas de Cesareda*, Lisboa 1867. — BUL. SOC. ANTHR., 1882, p. 144.

(2) Cartailhac, BUL. SOC. ANTHR., 1881, p. 207. — Munro, *Prehistoric problems*, p. 214, fig. 85.

(3) *Estudio de una calavera antigua perforada por un clavo rencontrada en Itálica.* BOL. DE LA R. ACAD. DE LA HIST., t. XXXI.

Pour terminer tout ce qui concerne les crânes trépanés recueillis en Europe, citons encore un crâne trouvé par M. Gross dans un palafitte du lac de Bienne (1). Les parois de la perforation présentent une coupure régulière ; aucune trace de réparation n'est visible ; la mort a dû suivre de près l'opération.

Les découvertes que nous venons de résumer au milieu de bien d'autres que nous pourrions ajouter, confirment celles connues en France. On est frappé en les étudiant du nombre de guérisons obtenues ; elles sont prouvées d'une manière indéniable par la cicatrisation de la plaie.

Une conclusion importante en découle. Dès ces temps si éloignés que nous ne savons même la plupart du temps dater, la famille, qu'un homme politique appelait récemment la cellule de la société, le clan même étaient constitués, puisque l'homme, l'opération terminée, trouvait chez les siens, les soins nécessaires, la nourriture indispensable à sa guérison. Si nous avions besoin de preuves nouvelles, le nombre de fractures graves, dangereuses même, réduites avec un art véritable l'apporterait. Le Dr Prunières a mis ce dernier fait hors de doute. Sur diverses pièces, disait-il à Clermont dans une session de l'Association française pour l'avancement des sciences (2), on voit des fractures consolidées avec une habileté qui donne une très bonne opinion des rebouteurs néolithiques. La consolidation d'une fracture de l'extrémité inférieure du tibia, une autre plus grave encore du col du fémur ne sont pas au-dessous de ce que peuvent désirer nos plus habiles chirurgiens. Un squelette trouvé dans la grotte sépulcrale de Nogent-les-Vierges portait une blessure qui ne mesurait pas moins de 11 centimètres de longueur sur 7 de largeur. Cet homme jeune encore — toutes les sutures sont apparentes — avait survécu assez longtemps à cette

(1) MAT. POUR L'HIST. DE L'HOMME, 1879, p. 62.
(2) COMPTE RENDU, 1876, p. 816.

effrayante lésion. Récemment M. Vauvillé présentait à la Société d'Anthropologie de Paris (1) un crâne ayant subi soit la trépanation, soit un coup contondant qui avait enlevé une partie de l'os. Là aussi le blessé avait survécu. Le tibia et le péroné avaient été brisés probablement au même moment. La guérison s'était faite, mais avec un raccourcissement assez sensible du membre. Un crâne de femme provenant de Vauréal portait trois lésions; deux étaient guéries, la troisième encore béante avait seule donné la mort. Dans tous ces cas, la présence de parents ou d'amis avait permis une guérison souvent longue et difficile. La constitution de la famille, la constitution de la société sont un fait notable dans l'histoire de l'humanité. C'est de là que datent ses premiers progrès.

III

Si nous traversons l'Atlantique, nous trouvons des faits semblables plus nombreux peut-être qu'en Europe. Les découvertes se multiplient chaque jour, entraînant toujours les mêmes conclusions, avec cette réserve cependant qu'il est impossible d'établir un synchronisme exact entre les temps où ils se passaient en Amérique et ceux où nous les constatons dans nos régions.

M. Gillman fut un des premiers à les faire connaître. Dès 1875, il publiait la description d'un certain nombre de crânes recueillis auprès du lac Huron (2). Tous présentaient des ouvertures circulaires. Deux ans plus tard, il complétait ses premières explications en ajoutant que l'opération avait été faite après la mort (3). Il en concluait que, comme les Dyaks de Bornéo, les Indiens du Michigan

(1) BUL., 7 avril 1898, p. 140.
(2) *Americ. Ass. for the Advancement of Science.* Détroit, 1875. — Fletcher, *On preh. Trephining and cranial Amulets.* Washington, 1882.
(3) *Americ. Ass.* Nashville, 1877.

conservaient les têtes de ceux qu'ils avaient tués, glorieux trophées suspendus à leurs demeures. Mais M. Gillman a dû lui-même reconnaître que cette hypothèse n'était pas toujours exacte (1). Les fouilles d'un mound de forme irrégulière de 4 à 5 mètres de hauteur, auprès du Devil's River, ont mis au jour cinq squelettes enterrés debout. Un sixième était couché au centre du tumulus et occupait évidemment la place d'honneur. Tous portaient la même perforation.

D'autres faits confirment l'existence de crânes trépanés, plus rarement peut-être celle d'amulettes crâniennes. M. Farquharson a recueilli auprès de Davenport (Iowa), une rondelle rappelant celles que Prunières et Broca ont fait connaître en France (2). M. Holbrock a retiré d'un mound auprès de Rock River, huit squelettes ; un d'eux portait sur le crâne une ouverture circulaire dont les bords montraient un commencement de cicatrisation, et en 1886, M. le professeur Putnam ouvrait dans l'Ohio plusieurs puits funéraires ; l'un d'eux, plus grand que les autres, renfermait deux squelettes étendus sur le dos. Autour gisaient plusieurs crânes isolés portant d'évidentes traces de trépanation. On a aussi retiré des crânes trépanés d'un mound de la rivière Sable et d'un grand tumulus de la rivière Rouge. Les perforations de ces derniers sont plus petites que celles rencontrées jusqu'ici.

Ces opérations sont certainement précolombiennes. Nous serons moins affirmatifs pour celles que M. Lumholtz fait connaître au Mexique (3). Il a retiré d'une caverne de la Sierra Madre, trois squelettes d'Indiens Tarahumares. Le crâne de l'un d'eux, celui d'une femme de plus de 60 ans, est trépané et la trépanation a dû être faite longtemps avant la mort, tant les traces de réparation

(1) *Additional facts concerning artificial Preparation of the Cranium in artificial Mounds in Michigan.*

(2) *Americ. Ass.* Détroit, 1875.

(3) *Trephining in Mexico.* AMERIC. ANTHROPOLOGIST. Washington, 1897.

sont distinctes, et le tissu osseux formé sur les plaies compact (1). La forme de l'orifice et l'obliquité des parois semblent prouver que le raclage avait été le procédé employé. Quelques poteries grossières avaient été déposées auprès de la morte, ainsi qu'un fuseau avec son peson en bois de pin. La forme du fuseau, la forme du peson surtout, permettent de croire qu'ils datent de temps antérieurs à l'arrivée des Espagnols. Lumholtz cite un autre cas de trépanation sur un crâne provenant du Chihuahua et conservé aujourd'hui au Musée de Philadelphie. Comme le précédent, il appartenait à une femme âgée et le trou de forme ovale est partiellement comblé par un tissu osseux en voie de formation. Le docteur Hrdlicka, enfin, raconte à son tour le crâne d'une Tarahumare avec une perforation aux bords en biseau et mesurant 2,2 centimètres de longueur sur 1,6 de largeur. Où les Tarahumares avaient-ils pris cette coutume ? Dans quelles circonstances la trépanation avait-elle lieu ? Nous ne saurions le dire. Peut-être est-elle venue des tribus septentrionales, mais plus probablement des Péruviens ou des Boliviens, chez qui elle était très répandue dès les temps les plus reculés (2).

Aucun de ces crânes ne présente de lésion traumatique ou pathologique ; aucune rondelle n'a été enlevée après la mort. M. Munro ajoute même (3) qu'il n'a vu en Amérique de semblables amulettes qu'au seul Musée de Toronto ; elles venaient d'une sépulture à 20 milles d'Aurora. Étaient-elles d'origine religieuse ou superstitieuse ? Rien ne permet de le supposer (4).

(1) Ce crâne est déposé au Musée d'histoire naturelle de New-York ; la mâchoire inférieure manque.

(2) ANTHROPOLOGIE, 1898, pp. 353, 354.

(3) *Prehistoric Trepaning in the old and new Worlds.* PROC. SOC. ANTIQUARIES OF SCOTLAND, Vol. XXXII, p. 232. — *XVI Report Curator Peabody Museum on preh. Trephining and cranial Amulets.* — REV. D'ANTHR., 1883.

(4) *Annual Report Canadian Institute,* 1888, p. 53. — L'abbé Petitot,

M. Munro mentionne aussi, au Musée de l'Université de Montréal, un crâne Guanche portant à la jonction du frontal et du pariétal une ouverture irrégulière due à une opération. Sir W. Dawson, membre de la Société Royale de Londres et un des savants les plus éminents de l'Amérique du Nord, avait déjà émis un avis semblable (1).

Les Guanches présentent les caractères d'une race primitive, mais déjà très mêlée au moment où nous la voyons aux Canaries. Leur civilisation très rudimentaire peut correspondre à celle des Ibères, ou bien encore à celle des plus anciens habitants de l'Égypte. La présence de ce crâne, si tant est qu'il appartienne véritablement à un Guanche, est très curieuse ; mais, malgré la très légitime autorité de Dawson, j'ai peine à accepter sa conclusion sur l'existence de rapports dès les temps les plus anciens, entre les Guanches et les vieux habitants de l'Amérique.

Mantegazza a recueilli diverses observations intéressantes sur les trépanations péruviennes (2). Il cite le crâne d'un homme jeune encore, provenant de la grotte de Sanjahuara (prov. de Anta); grâce au climat, sa conservation est parfaite et des téguments momifiés le recouvrent encore. Le crâne présente deux essais de trépanation, puis deux opérations distinctes. La mort a dû suivre celles-ci de près, car on ne remarque aucune trace de réparation. Un crâne trouvé auprès de Huaracondo montre aussi deux ouvertures frontales très rapprochées dont l'une est remarquable par son importance. Toutes les deux ont été pratiquées avant la mort.

dans une lettre datée du Fort Pitt (N. W. Canada 1 sept. 1870), décrit le mode de scalper des Peaux-Rouges. Il ajoute que souvent ils enlevaient une rondelle du crâne comme souvenir de leurs exploits. On peut expliquer ainsi quelques unes des perforations que l'on rencontre. BUL. SOC. ANTHR., 1880, p. 591.

(1) *On physical Characters and Affinities of the Guanches or extinct People of the Canary Islands.* Sir W. Dawson vient de mourir; sa mort est une perte sérieuse pour la science américaine.

(2) *Les trépanations des crânes de l'ancien Pérou.* MAT. POUR L'HIST. DE L'HOMME, 1886, p. 404.

Sur un autre crâne recueilli dans la province d'Ollantaytombo, on voit également une double perforation faite durant la vie. L'état de réparation de la lésion pariétale indique qu'elle a dû précéder la blessure frontale.

Toutes ces opérations ont été tentées pour des lésions traumatiques, plus rarement pour des lésions pathologiques. Il n'en est pas de même pour le dernier fait que raconte Mantegazza. Aucun coup, aucune lésion des os n'est visible. Il se pourrait que l'opération eût été tentée pour un cas d'épilepsie, ou pour quelque autre forme d'aliénation mentale. Aucune affirmation n'est possible.

Le Musée de Washington possède dix-huit crânes trépanés provenant du Pérou (1). Ils faisaient partie de la remarquable collection du Dr Muñiz, chirurgien en chef de l'armée péruvienne. Il avait profité pour la former de ses fréquents voyages d'inspection à travers l'Empire des Incas, de la Cordillère au Pacifique. Dans une de ces émeutes si fréquentes qui désolent les républiques hispano-américaines, la populace de Lima avait, en 1893, brûlé sa maison, pillé sa bibliothèque, ses collections et obligé le docteur lui-même à s'exiler. Par un heureux hasard, les crânes dont nous venons de parler avaient été envoyés à Chicago pour l'Exposition, et ils furent ainsi préservés du vandalisme révolutionnaire et conservés à la science. Le docteur les a donnés depuis, comme nous venons de le dire, au Musée national des États-Unis (2). Le climat du Pérou est d'une siccité extrême, les pluies sont rares et le sol est largement pénétré de nitre et de sel; aussi les ossements retirés des huacas et des tombes, sont-ils dans un état remarquable de conservation. La

(1) *Manuel Antonio Muniz and W. J. Mac-Gee, Primitive Trephining in Peru.* XVI ANNUAL REPORT. BUREAU OF ETHNOLOGIE. — Munro, *Prehistoric Trephining in the old and new Worlds.*

(2) La collection du Dr Muñiz, outre les crânes, renfermait de nombreux objets appartenant à l'ancienne civilisation péruvienne : armes, outils de toute sorte, instruments à tout usage, étoffes, ornements qui tous révèlent un grand passé.

collection renfermait plus de mille crânes, parmi lesquels 19 seulement portaient les traces d'une trépanation, quelquefois même de deux opérations différentes. Sur un crâne trouvé par le Dr Muñiz et donné par lui au Musée médical de l'armée des États-Unis, on relevait trois trépanations successives auxquelles le patient avait survécu. C'est un des cas les plus curieux que je connaisse en Amérique.

Les opérations étaient faites au moyen d'instruments en pierre, presque toujours à raison de lésions traumatiques ; la moitié environ des opérés survivaient, et cela bien que les opérateurs fussent étrangers à toute notion médicale ou chirurgicale (1).

Le Musée municipal de Cuzco possède huit crânes trépanés (2). Trois d'entre eux montrent des ouvertures presque circulaires faites par raclage. Pour les cinq autres, l'ouverture de forme irrégulière a été obtenue par des incisions répétées. Nous voyons donc ici les deux méthodes successivement ou simultanément employées en Europe.

Squier décrivait, il y a déjà plusieurs années, un crâne provenant d'un cimetière de la vallée de Yucay (3). Le front porte à droite une perforation en forme de carré parfaitement régulier, obtenue au moyen de quatre incisions dont les stries se prolongent au delà de la plaie. Avant la trépanation, l'opérateur avait dû tracer sur le crâne, avec un instrument pointu, la place destinée à l'opération. Les os montrent une ancienne inflammation et, au dire d'éminents chirurgiens, de Nelaton et de Broca entre autres, la trépanation avait eu lieu durant la vie.

C'est par l'ethnographie comparée, appliquée aux sauvages actuels, que nous pouvons apprécier leur état socio-

(1) *Ass. Brit.* Toronto, 1897.
(2) Munro, *l. c.*, p. 238.
(3) *Peru, Incidents of Travel and Exploration in the Land of the Incas.* Voy. Nadaillac, *L'Amérique préhistorique*, p. 513, fig. 217.

logique et connaître par là celui de nos vieux ancêtres, disait récemment le Dr Capitan (1). Le savant Président de la Société d'Anthropologie a raison. C'est par l'étude du présent que nous pouvons remonter avec quelque sécurité vers le passé. C'est ce que nous allons nous efforcer de faire pour le travail que nous poursuivons.

Depuis trois quarts de siècle que l'Algérie est devenue française, nous avons beaucoup appris sur cette vieille terre d'Afrique et, pour rester sur le terrain de notre étude, sur la trépanation encore pratiquée par de nombreuses tribus kabyles établies au sud de l'Atlas.

« La trépanation est le vrai triomphe des médecins de l'Aurès », dit un de nos chirurgiens militaires, le Dr Malbot, qui a longtemps résidé parmi les Chaouïas ; « là-dessus, ajoute-t-il, ils sont d'une habileté remarquable » (2).

On ne saurait dire où les Chaouïas (3) ont pris l'idée de cette opération qui devait être difficile, dangereuse même. Elle est très ancienne ; peut-être a-t-elle été importée, comme le veulent certains anthropologistes, par les hommes blonds, les constructeurs des mégalithes venus d'Europe en Afrique. Une seule chose est certaine, les trépanations ont été de tout temps et sont encore aujourd'hui très usitées parmi eux. Ce sont des opérateurs spéciaux, les *Thébibs* ayant un caractère semi-sacerdotal qui les exécutent. Avant de les pratiquer, ils doivent se rendre dans deux écoles établies dans l'Aurès et destinées à ces opérations, pour les étudier et se familiariser avec les instruments et le mode de pansement.

(1) *La science préhistorique.*

(2) Drs Malbot et Verneau, *Les Chaouïas et la trépanation du crâne dans l'Aurès.* ANTHR. 1897, pp. 1 et 174. — Dr Amédée, *Mém. sur la trépanation céphalalgique pratiquée par les médecins indigènes de l'Aurès.* — Dr Vedrines, *De la trépanation du crâne chez les indigènes de l'Aurès.*

(3) Les principales tribus des Chaouïas se disent Roumaniya ou descendants des Romains et, fait remarquable, on trouve chez eux, au dire du Dr Malbot, plusieurs fêtes romaines et même chrétiennes. C'est ainsi qu'ils célèbrent la fête de Noël et le premier jour de l'année.

Ces instruments sont fort simples : une vrille *(brima)* que l'on manie avec un rapide mouvement de rotation, et deux scies *(menchar)* ; la plus fine est employée, quand, vers la fin de l'opération, on touche au cerveau. Un crâne trépané par un Thébib est aujourd'hui au Muséum de Paris. C'est une pièce des plus précieuses, qui montre tous les détails de l'opération et, il faut aussi ajouter, tous les tâtonnements de l'opérateur restés indélébiles.

M. Malbot, à qui nous devons ces détails, a pu aussi connaître l'histoire de l'opéré. Quand il était jeune, il avait reçu sur la tête un coup violent. Vingt ans après, était survenue une nécrose de l'os (1), suivie de violents maux de tête. La trépanation fut décidée et un Thébib célèbre chargé de l'opération. Elle prit, ce qui paraîtra étrange à nos chirurgiens, une douzaine de séances ; la guérison paraît avoir été complète. Malheureusement, le patient mourut deux mois après de la petite vérole, au grand chagrin de l'opérateur très fier du succès obtenu.

Il serait injuste d'omettre le nom du général Faidherbe, un des premiers qui se soient occupés du passé de l'Algérie. Parmi les moulages de crânes trouvés à Roknia et envoyés par lui au laboratoire de Broca (2), il s'en trouvait un présentant une perforation sans aucune trace de cicatrisation, dont la forme et les dimensions rappelaient exactement celles de nos régions. Si nous ne craignions de trop allonger ce récit, il serait facile de citer dans nos possessions africaines d'autres faits semblables.

On trouve des traces de trépanations très anciennes chez les Ainos, que l'on croit les habitants primitifs du Japon. Vaincus par les Japonais, ils se sont soumis à leurs nouveaux maîtres, tout en maintenant avec passion leurs usages et leurs coutumes, dernier refuge d'un patriotisme inconscient.

(1) La nécrose est aux os ce que la gangrène est aux parties molles.

(2) Roknia est une immense nécropole située dans la province de Constantine. Faidherbe, *Recherches anthr. sur les dolmens de Roknia.*

Certaines peuplades de l'Australie pratiquent aussi de nos jours cette opération, en raclant les os couche par couche, quelquefois même pour des maladies sans gravité, la céphalalgie par exemple. Nous la voyons à Otahiti. Mantegazza cite un crâne peint en rouge portant une perforation en forme de triangle curviligne, trouvé dans un village sur la Fly River (Nouvelle-Guinée) (1). Le savant Italien ajoute que l'opération avait été faite après la mort. Le Musée ethnographique de Berlin possède trois crânes venant de la Nouvelle-Bretagne et présentant sur un des pariétaux une ouverture très nette. La perte de substance est en partie comblée ; les opérés avaient donc survécu. Ces trépanations sont allongées en forme de sillons, comme si l'opération n'avait été faite que dans une seule direction (2).

D'après le Rev. M. Crump (3), les indigènes se servent surtout de la trépanation pour les blessures très fréquentes provenant du jet de balles de fronde lancées avec une grande habileté et une grande vigueur. L'opération, connue sous le nom de *tenapapait*, se fait tantôt avec un éclat d'obsidienne, tantôt avec un fragment de noix de coco. L'opérateur enlève le cuir chevelu, retire s'il y a lieu les esquilles osseuses, procède par le raclage des couches de l'os et quand le cerveau est à découvert sur une assez large superficie, lave la plaie, remet la peau en place, panse enfin la blessure avec quelques feuilles de bananier. Le pansement est renouvelé cinq ou six jours plus tard ; au bout de trois semaines, le sujet est généralement guéri.

A l'île de Pâques, les anciens habitants aujourd'hui disparus, fabricateurs de ces colossales statues qui éton-

(1) *Les trépanations des crânes dans l'Ancien Pérou.*

(2) F. v. Luschan, *Trepanirte Schädel aus Neu Britannien.* ZEITSCHRIFT FÜR ETHNOLOGIE, 1898, p. 368.

(3) AUSTRALASIAN MISSIONARY REVIEW, 1896.

nent les rares explorateurs qui abordent dans l'île (1), se servaient de rondelles de crânes humains obtenues par la trépanation pour marquer les yeux de leurs idoles (2).

Disons enfin, pour terminer ce qui concerne notre sujet, que la trépanation est encore fréquente de nos jours chez les Montagnards du Monténégro et chez les rudes mineurs du Cornwall (3). Chez les uns et chez les autres, les blessures à la tête sont nombreuses à la suite de leurs querelles et de leurs violences (4).

Il faut maintenant rechercher les causes de ces opérations tentées dans le monde entier dès les siècles les plus reculés, et étudier les conséquences scientifiques et historiques que l'on peut en tirer.

IV

Le Dr Prunières disait aux membres de l'Association française réunis à La Rochelle, que bien des modes avaient été employés pour la trépanation, telle qu'elle se pratiquait dès les temps les plus reculés. Les perforations varient singulièrement dans leur forme, leurs contours, leurs dimensions, leur siège, la cause même de l'opération. La provenance des crânes est une difficulté plus grande encore. Quelle comparaison peut-on établir entre des ossements venus de régions si différentes? Il semble cependant que l'on peut ramener les modes employés à deux

(1) On peut voir ces statues, enlevées à grands renforts de bras, aux Musées de Londres et de Washington.

(2) *Te Pito te Henua or Easter Island.* REPORT U. S. NATIONAL MUSEUM for 1897.

(3) Boulongne, MÉM. DE MÉD. ET DE CHIRURGIE MIL. REVUE D'ANTHR., oct. 1886.

(4) L'Asie n'a fourni jusqu'ici que des cas de trépanation peu sûrs et mal observés. M. Duckworth, par exemple, signale un crâne qui provient, croit-il, d'un des malheureux massacrés auprès de Damas en 1860. Il porte quatre blessures dont l'une plus grande que les autres provient, dit-il, d'une trépanation. JOURN. ANTH. INSTITUTE. Londres, 1899, p. 145 et s.

principaux, la section et le raclage (1). Broca maintenait que ce dernier était le seul tenté sur le vivant; mais nous savons aujourd'hui que l'on enlevait des rondelles crâniennes par section, même durant la vie. Le travail préparatoire que l'on observe sur le bord de certaines perforations permet de l'affirmer. Dans cette même séance de la Société d'Anthropologie, un de nos collègues les plus estimés, M. Sanson, reconnaissait qu'une semblable opération pouvait être pratiquée sans danger sur le vivant et il citait à l'appui des expériences achevées avec succès sur des chiens ou sur des moutons (2). Peut-être à ces deux modes, pourrait-on ajouter la rotation. On obtient ainsi des trous ronds presque perpendiculaires à la surface des os. Les Arabes continuent de nos jours à se servir de ce procédé, et il est également celui de nos bergers. Si ce mode de rotation a été employé aux temps préhistoriques, il a certainement été très rare (3).

La section par l'incision ou par le sciage donnait seule les rondelles crâniennes, ornements ou amulettes que nous voyons en si grand nombre. Peut-être commençait-on par le raclage pour enlever le poli du crâne, ce qui permettait à l'opérateur de diriger son opération avec plus de sûreté de main ; mais il fallait toujours l'achever par un sciage plus ou moins prolongé. Tel était l'avis de M. G. de Mortillet (4). Il l'appuyait en présentant deux crânes qui justifiaient sa thèse.

Les ouvertures diffèrent singulièrement comme importance. Nous en connaissons de très petites dans le Michi-

(1) Dr Capitan, *Recherches expérimentales sur les trépanations*. BUL. SOC. ANTHR., 1882, p. 535.

(2) Broca avait pratiqué la trépanation sur un jeune chien. L'animal n'avait même pas eu la fièvre et l'opération n'avait duré que huit minutes.

(3) M. Chantre présentait, il y a quelques années, à la Société d'Anthropologie de Lyon, un fragment de pariétal humain trouvé dans une des grottes de la Buisse ; il offrait des traces incontestables de coupure en biseau. BUL., 7 fév. 1884.

(4) BUL. SOC. ANTHR., 1882, p. 143.

gan, uniquement tentées sur des crânes masculins, situées généralement sur la suture sagittale au point de jonction de la suture coronale, et destinées sans doute à permettre à l'âme de visiter le corps qu'elle avait abandonné (1). A côté, nous voyons des crânes dont les parois présentent des pertes de substance artificiellement provoquées qui ne mesurent pas moins de 3 à 4 centimètres de diamètre; d'autres sont plus effrayantes encore, celle par exemple sur un crâne trouvé en Algérie publiée récemment dans l'ANTHROPOLOGIE (2).

J'ai déjà dit que ces opérations étaient plus effrayantes que dangereuses. Le Dr Védrines (3) a connu en Algérie des hommes sur lesquels l'opération avait été tentée 7, 8 et même 9 fois sans que la mort s'en fût suivie : Broca disait que si aujourd'hui elle était souvent mortelle, c'est parce qu'elle était presque toujours pratiquée dans des cas désespérés. « Ce qui fait périr tant d'opérés, ajoutait-il (4), c'est le traumatisme cérébral dont on cherche par cette opération à conjurer les effets. »

Les instruments dont on se servait à l'époque préhistorique étaient des lames de silex, des burins, des scies aussi en silex ou plus rarement en quelque autre roche très dure. Le Dr Topinard croit que leur usage dura longtemps et que ce ne fut que très tardivement, à l'époque mérovingienne par exemple, que la pierre fut définitivement remplacée par le métal. Le Dr Mac Gee (5) arrive à la même conclusion pour l'Amérique, et pendant longtemps les rabbins israélites continuèrent à employer des instruments en pierre pour la circoncision, par atavisme sans nul doute, en souvenir du rite de leurs ancêtres.

Les causes qui ont décidé la trépanation varient selon

(1) Broca, REV. D'ANTHR., 1876, p. 455.
(2) 1897, fig. 6, p. 192.
(3) *Trépanation du crâne*, REVUE D'ANTHR., Oct. 1886.
(4) BUL. SOC. ANTHR., 1874, p. 199.
(5) *British Ass.* Toronto, 1897.

que l'on considère celle effectuée durant la vie ou celle faite après la mort. Durant la vie, son but a été le plus souvent thérapeutique, pour certaines affections, pour certains troubles nerveux, l'épilepsie, l'idiotie, les convulsions, l'aliénation mentale. Le siège de ces maladies paraît être au cerveau et même, dans des temps bien plus rapprochés de nous, leur origine était attribuée soit à des esprits malfaisants, soit à une cause mystique. On pratiquait aussi la trépanation pour des maladies des os, ou pour des blessures à la tête (1). Le crâne trouvé sous le dolmen de Bougon, ceux de la grotte de Sordes ou de la grotte de l'Homme Mort, celui provenant du mégalithe de Lizières où la maladie portait sur le point même opéré; ou bien encore le crâne signalé par Broca (l'opération avait eu pour cause un cas grave d'hydrocéphalie); enfin, le crâne d'Entre-Roches qui montre à une petite distance de l'ouverture, les traces certaines d'une périostéite (2), sont des exemples que nous choisissons parmi bien d'autres.

Le Dr Prunières recueillait, il y a déjà plusieurs années, sous le dolmen de Devèzes (Lozère), au milieu d'une quinzaine de beaux dards en silex, de dents de sangliers polis, de nombreux grains de collier en os, en jais, en bronze (3), un crâne franchement pathologique sur lequel on reconnaissait un essai de trépanation (4).

Le professeur Parrot citait en 1881, à la Société d'Anthropologie (5), un cas curieux d'opération observé sur un crâne recueilli à Bray-sur-Seine (Marne). Il gisait au milieu d'une quarantaine de squelettes, de nombre de haches en silex, de poinçons en os, de colliers, d'orne-

(1) Dr Prunières, BUL. SOC. ANTHR., 1876, p. 133.

(2) Inflammation du périoste, membrane fibreuse et vasculaire qui enveloppe les os.

(3) Deux grains seulement étaient en bronze. Ils peuvent suffire pour dater le dolmen.

(4) *Ass. franç.* Blois, 1884.

(5) BUL. ad an. p. 104.

ments en coquilles remontant tous au néolithique. Le siège de la trépanation montrait qu'elle avait été pratiquée pour une maladie des os, une ostéite (1) probablement. La cicatrisation complète tant au niveau de l'opération que sur les points primitivement malades, est la meilleure preuve de son succès.

L'épilepsie, alors surtout qu'elle était due à des causes traumatiques, était une des maladies que l'on traitait le plus souvent par la trépanation (2). Hippocrate en parle comme d'une opération commune à son époque en Grèce, d'où le nom nous est venu (3). Aretæus de Cappadoce, qui vivait deux siècles environ après notre ère, la recommande pour cette cruelle maladie; et au moyen âge, Jehan Taxil indique comme remède, le grattage de la table externe du crâne (4). Le Dr Fletcher enfin dit qu'aujourd'hui encore, on a recours à la trépanation dans certains cas épileptiques graves (5).

Broca signale la trépanation pour une hydrocéphalie (6). Sur un crâne provenant de la collection du Peabody Museum (Cambridge, Massachussetts), on voit une perforation tentée pour une inflammation du périoste. Elle l'a été aussi pour la même cause sur le crâne de la vallée de Yucay dont j'ai parlé, et le fragment enlevé avait pour but, selon l'opinion d'éminents chirurgiens, d'arrêter le progrès de la maladie (7).

Les lésions syphilitiques contribuent peut-être autant que les lésions épileptiques au nombre des trépanations. Broca avait reconnu ces lésions sur les ossements provenant d'une ancienne léproserie ; au moyen âge, les mal-

(1) Production osseuse accidentelle.

(2) JOURN. ANTHR. SOC. OF GREAT BRITAIN AND IRELAND, 1888, p. 100 et s.

(3) Trépanation de τρίπω, je frappe.

(4) *Traicté de l'épilepsie, maladie vulgairement appelée au pays de Provence, la gouttète aux petits enfants.*

(5) *On prehistoric trephining and cranial amulets.*

(6) BUL. SOC. ANTHR., t. IX, 2e série, p. 553.

(7) *Amérique préh.*, p. 511, 512.

heureux atteints de dermatose syphilitique, étaient souvent confondus avec les lépreux. On peut les comparer avec les ossements trouvés tant en Europe qu'en Amérique portant les mêmes tares. Cette triste maladie exerçait donc ses ravages dès les temps les plus reculés. En Amérique, le fait n'est pas douteux (1). Des ossements portant des traces irrécusables ont été trouvés dans les *Stone Graves* du Tennessee (2). Les mêmes lésions existaient sur d'autres ossements provenant des mounds de l'Iowa, de l'Illinois, du Rock River (3), sur ceux recueillis auprès de Nashville (4) ou bien encore sur ceux mis au jour par les fouilles de M. Moore (5). Le Dr Maclean écrivait qu'après avoir examiné un certain nombre d'ossements ayant appartenu à des Cliff-Dwellers, il avait reconnu sur un de ces ossements, une nécrose dont l'origine syphilitique ne lui paraissait pas douteuse (6).

Ce n'est pas seulement dans l'Amérique du Nord que nous rencontrons des faits semblables. Moreno cite dans la Plata, un crâne trépané très ancien remarquable par ses stigmates syphilitiques (7) ; et Broca signalait sur un crâne des paraderos de la Patagonie, une ostéite qu'il n'hésitait pas à attribuer à une semblable affection.

Le nombre de guérisons obtenues dans une opération toujours délicate comme la trépanation, est frappant. Il l'est plus encore, si on réfléchit aux conditions matérielles et hygiéniques où le patient était placé et à l'importance

(1) Il est certain que la syphilis existait en Amérique avant le XVIe siècle. Existait-elle aussi en Europe à cette époque ? Clavigero prétend qu'elle a été importée d'Amérique, mais le fait est douteux. Une charte de Copenhague du XVIe siècle appelle la syphilis le mal français ; il est vrai qu'après l'expédition de Charles VIII en Italie, elle devint le mal italien. Dans l'état actuel de nos connaissances, la question de son origine est encore insoluble.

(2) Jones, *Aboriginal Remains of Tennessee*. SMITH. CONT., t. XXII.

(3) Farquharson, *Americ. Ass.* Détroit (Michigan), 1873.

(4) Putnam, REPORT PEABODY MUSEUM, t. II, p. 305.

(5) *Precolumbian Syphilis*. PROC. AMERIC. ANATOMISTS, 1897.

(6) MEDICAL TIMES, 1895.

(7) *El Origen del Hombre Sud-Americano*. Buenos-Ayres, 1882.

que prennent de nos jours ces conditions pour le succès d'une opération. La même observation s'étend aux autres lésions traumatiques. Les fouilles d'un tumulus à Copiapo (Chili) ont montré un squelette portant huit formidables blessures causées par des flèches en pierre, à la plupart desquelles il avait survécu (1). La force de projection de ces flèches était considérable. L'une d'elles était implantée dans les vertèbres, une autre dans les côtes, une troisième enfin avait percé la mâchoire supérieure, brisé plusieurs dents et, pénétrant jusqu'au cerveau, donné probablement la mort. On a retiré d'un des puits de cendres de Madisonville, le squelette d'un vieillard mesurant plus de 6 pieds 2 pouces (2). Le pariétal droit portait une large perforation due à un coup contondant d'une force considérable, et partiellement cicatrisée avant la mort (3). Bien d'autres exemples pourraient être cités.

Le Dr Max Bartels a publié un travail très intéressant montrant l'influence de la race sur le degré de résistance aux lésions traumatiques (4). Il donne comme exemple les habitants préhistoriques de l'Europe, qui supportaient des opérations sous lesquelles succomberaient leurs descendants et cela malgré les moyens nouveaux et considérables que la science moderne met à la disposition de nos chirurgiens. La même immunité relative se retrouve chez les nègres. Au dire de tous les explorateurs, ils résistent à des blessures que ne pourraient supporter des blancs et ils guérissent avec une surprenante rapidité. Les excès de notre civilisation, notre nervosité croissante affaiblissent évidemment nos forces physiques, plus peut-être encore nos forces morales.

Il existe des différences considérables entre les trépanations dont je viens de parler et celles faites sur

(1) JOURN. ANTHR. INST., mai 1882.
(2) Mesure anglaise, environ 2m,24.
(3) Moorehead, *Primitive Man in Ohio*, p. 52.
(4) ZEITSCHRIFT FÜR ETHNOLOGIE. Berlin, 1887.

des crânes ne présentant aucune lésion, aucune blessure apparente. Nous les trouvons nombreux en Amérique comme en Europe, partout en un mot où il est possible de poursuivre des études anthropologiques sérieuses. Une conclusion, dont l'importance ne saurait échapper à nos lecteurs, s'impose ; nous allons la faire ressortir.

Broca (1) avait remarqué l'analogie des rondelles crâniennes provenant de bien des régions différentes, leur fabrication presque toujours semblable et comme soumise à des règles fixes. Il avait également observé que les sujets opérés, quel que fût leur sexe, étaient presque toujours jeunes (2). Ils avaient même pu survivre durant de longues années à l'opération, car leur blessure était souvent très anciennement cicatrisée, parfois même recouverte d'une lame compacte, indice certain du travail de réparation. Sur un des crânes recueillis par le Dr Prunières, on constatait une ouverture considérable irrégulière formée à la fois par une blessure ancienne et par deux pertes de substance posthumes. L'individu avait donc été trépané durant sa jeunesse, peut-être même durant son enfance. Nul doute n'était possible ; la cicatrisation était complète et le tissu osseux revenu à un état normal. Puis, après sa mort, ses parents, ses amis avaient enlevé des rondelles du crâne choisies le plus près possible de la blessure primitive (3).

Ces faits furent un trait de lumière pour l'éminent professeur. Il conclut, probablement avec raison, que la trépanation était aux temps néolithiques une pratique religieuse, une initiation, peut-être même le précepte d'un culte établi. L'enfant qui avait subi l'opération et qui y avait survécu, acquérait aux yeux de la foule une vertu

(1) BUL. SOC. ANTHR., 1874, p. 234 et s.

(2) Sur un des crânes de la collection Prunières, la suture lambdoïdale que traverse la cicatrice n'était même pas encore oblitérée. Le Dr Prunières cite aussi le crâne d'un enfant de 4 à 5 ans portant une grande perforation cicatrisée.

(3) *Ass. Franc.* Lille, 1874.

particulière et, après sa mort, les fragments de son crâne devenaient des reliques recherchées, toujours portées par leur possesseur et souvent enterrées avec lui.

Cette superstition s'est prolongée durant des siècles; on cite un torque gaulois auquel était appendue une rondelle provenant d'un crâne humain et percée de trois perforations. C'est ainsi que s'expliquent aussi les pièces exactement semblables aux rondelles humaines, fabriquées aux dépens de la meule d'un bois de cerf et trouvées aux Beaumes Chaudes. A défaut de reliques vraies, on n'hésitait pas à en porter de fausses (1).

Ce n'est pas tout : M. Prunières montrait à Lyon, une rondelle osseuse un peu plus grande qu'une de nos pièces de cinq francs taillée dans un pariétal humain (2). Cette rondelle provenait d'un crâne retiré d'un dolmen de la Lozère. Il présentait une large ouverture à bords polis mesurant environ huit centimètres de diamètre. La rondelle était manifestement plus petite, le pariétal perforé, moins épais que celui auquel la rondelle avait été enlevée; le crâne était de couleur foncée, la rondelle d'un jaune pâle; les deux pièces ne pouvaient appartenir au même individu (3).

Après avoir pratiqué des mutilations posthumes sur des crânes, on ne voulait pas que les morts qui les avaient subies entrassent incomplets dans la vie nouvelle qui les attendait après celle qui s'écoule si rapidement pour nous; on empruntait à un autre crâne, la rondelle qui devait combler le vide laissé par la perforation. Telle est l'explication donnée par Broca (4). « Il en résulte, ajoutait-il,

(1) BUL. SOC. ANTHR., 1878, p. 212.

(2) *Ass. Franc.*, COMPTE RENDU. p. 703.

(3) Prunières pensait que la rondelle provenait d'un crâne trouvé sous le même mégalithe. Presque toute la paroi gauche avait été enlevée et la rondelle, comme épaisseur et comme couleur, correspond assez exactement au crâne. Trois arcs de cercle se succèdent d'avant en arrière et semblent indiquer que trois rondelles ont été enlevées.

(4) BUL. SOC. ANTHR., 1877, p. 42.

qu'une nouvelle existence attendait le mort, car sans cela la cérémonie de la restitution eût été bien inutile. » Prunières avait déjà dit: « Cette rondelle crânienne n'implique-t-elle pas une croyance à une autre vie ? »

Il plaît de trouver impérissable jusque chez nos plus vieux ancêtres, cette croyance, l'honneur de l'humanité, qui, toute grossière, toute matérielle que nous puissions la supposer, différencie si profondément l'homme de tous les êtres qui l'entourent. L'animal vit et meurt, il ne sait ni qu'il vit, ni qu'il meurt. L'homme connaît la vie, il connaît la mort. Bien plus, il sait qu'un autre avenir l'attend et qu'un Créateur que la fausse science s'efforce en vain de rejeter, l'a créé pour une autre destinée. Cette humble rondelle que nous interrogeons avec curiosité, révèle les plus grands problèmes que l'homme puisse aborder. Avais-je tort d'affirmer son importance ?

Je sais bien que d'autres anthropologistes, et non des moindres, rejettent cette hypothèse. M. Cartailhac veut que la plupart des perforations aient été faites après la mort et que leur but était de nettoyer plus complètement le crâne, pour le déposer, après sa dessiccation, dans l'ossuaire de la famille.

Une réponse bien simple est suffisante. Si c'était là l'explication de la trépanation posthume, tous les crânes, tous ceux au moins trouvés dans la même sépulture datant de la même époque, relevant de la même civilisation, l'auraient subie ; or elle reste l'exception et, pour l'expliquer, il faut bien en revenir à l'hypothèse de Broca (1).

La trépanation enseigne encore une autre leçon. Je disais jadis (2) combien les conceptions des premiers habitants de la terre se retrouvent semblables dans tous

(1) Je pourrais renvoyer M. Cartailhac à une autre découverte récente. M. Colin présentait à la Société d'Anthropologie (BUL., 1893, p. 785), des fragments de crânes trépanés pendant la vie, d'autres au contraire ayant subi la trépanation après la mort. Tous gisaient confondus dans une allée couverte à Coppière-sur-Eple.

(2) REV. DES QUEST. SCIENT., 20 oct. 1897.

les temps, sous toutes les latitudes. Nous avons ici un fait qui vient s'ajouter à ceux que j'ai cités. L'unité de l'espèce humaine que nos croyances affirment, s'impose au nom de la science et cette science que l'orgueil humain disait destinée à renverser ce que la révélation enseigne vient, au contraire — admirons les décrets de la Providence — affirmer deux des vérités fondamentales du christianisme. Les progrès de la science établissent chaque jour, qu'il existe en dehors de nous des faits qu'elle ne peut comprendre, des phénomènes qu'elle ne peut expliquer et devant lesquels s'arrête son interrogation émue !

Mis DE NADAILLAC.

L'ORIGINE DE L'HOMME

d'après Ernest Haeckel

Au mois d'août 1898, M. Ernest Haeckel, professeur à l'Université d'Iéna, présenta une communication au IVe Congrès international de zoologie à Cambridge (1). Il traita « une de ces grandes questions qui dominent toute la zoologie moderne dans son merveilleux essor », la question de l'origine de l'homme.

Le discours fut répandu à profusion : il en est à sa septième édition allemande. Son succès lui vint non de sa valeur intrinsèque — le lecteur y trouvera peu d'idées nouvelles — mais de la nature toujours passionnante du sujet et de la manière passionnée dont l'auteur le traite. Comme les principaux ouvrages de Haeckel, le présent mémoire est un procès de tendance : le ton le dit à chaque page.

Faisons-en l'analyse. Nous apprendrons *d'une bouche autorisée* où en est la solution du « grand problème, le plus considérable de tous les problèmes scientifiques » ; car Haeckel promet formellement de « soumettre à un examen critique *le degré de certitude* auquel est arrivée aujourd'hui notre connaissance de l'origine de l'homme et des différentes étapes de sa généalogie » (p. 14). Il est toujours bon de voir avec quel sérieux d'aucuns se flattent,

(1) *État actuel de nos connaissances sur l'origine de l'homme ;* traduit par le Dr L. Laloy. Paris, Reinwald, 1900.

à la fin du siècle des lumières, de discréditer les doctrines spiritualistes au nom de la science.

A cet égard, la préface du traducteur est un modèle du genre. Il convient, en passant, de la signaler à l'attention du lecteur. Il y trouvera notamment — pour s'instruire sur l'histoire de nos premiers ancêtres ! — le sombre tableau de l'ignorantisme héréditaire, « des conversions forcées, des persécutions violentes », de « l'antisémitisme, cette passion indigne d'un pays civilisé » (p. 9), que le docteur Laloy met gravement à l'actif du christianisme.

Haeckel, à vrai dire, ne désavouera pas ce hors-d'œuvre, manifestement inspiré par tous ses écrits, et trop bien en harmonie avec le ton du discours qui nous occupe. Pour accréditer sa théorie du *monisme*, n'a-t-il pas fallu triompher de la hiérarchie papiste (p. 23), des écoles orthodoxes, des gens ignorant les faits expérimentalement établis par la biologie ? N'a-t-il pas fallu briser la résistance passive de la psychologie scolastique régnante (p. 22), faire table rase des spéculations mystiques de Platon, du Christ et de Mahomet (p. 23), de la métaphysique et des antiques superstitions anthropocentriques (p. 16), fruit de l'orgueil, restes des croyances barbares du moyen âge, qui faisaient de l'homme l'image de Dieu, le centre du monde, le roi de la création (p. 8) ?

Il est téméraire, assurément, de revenir sur de si brillants résultats. N'importe.

Au risque de nous attirer le dédaigneux mépris du professeur d'Iéna, nous voulons voir, à la lumière d'une saine critique, l'enseignement des faits au sujet de l'évolutionnisme absolu et universel, dont le terme suprême serait l'homme intelligent et libre. Suivons donc Haeckel pas à pas dans le développement de ses preuves en faveur de notre descendance simienne. Il les emprunte à l'anatomie comparée, à la physiologie, à la neurologie surtout, et à la paléontologie.

I

ANATOMIE COMPARÉE

Haeckel examine d'abord la place que la zoologie moderne, appuyée sur l'anatomie comparée, donne à l'homme dans le système naturel des êtres vivants, ou — pour parler suivant les idées évolutionnistes — dans la série phylogénétique.

Pour trouver la position systématique de l'homme on peut, à la façon un peu suspecte de quelques naturalistes, faire un choix de caractères, ne considérer, suivant l'expression de Broca (1), que *l'anatomie morte* du squelette et des organes sans tenir aucun compte des phénomènes physiologiques, des manifestations psychiques distinctives de l'homme et directement observables d'ailleurs. Même, suivant cette méthode, évidemment entachée d'arbitraire, l'homme se place sans conteste au sommet des mammifères. Mais faut-il, avec Cuvier, créer pour lui un *ordre* spécial en opposition avec l'ordre des singes et des lémuriens ; ou distinguer dans les primates les trois *sous-ordres* des lémuriens, des singes et des hommes ; ou n'accorder à l'homme que la valeur d'*une famille* dans l'ordre des singes ; ou même enfin, avec Hartmann et Haeckel, ne faire, des hommes et des grands singes anthropoïdes, qu'une *sous-famille* dans la famille des *Primarii?* On l'avouera, la question ainsi posée perd quelque peu de son intérêt : elle devient oiseuse et purement verbale. Pour s'en convaincre, il suffit de constater la diversité des solutions proposées. Toutes sont dues à des hommes de mérite ; elles peuvent se défendre par des équivoques, tant qu'on ne se sera pas mis d'accord sur la valeur

(1) Broca, *L'Ordre des Primates*, BULLET. SOC. ANTHROPOL. 1869, p. 398, 400.

des termes et sur les principes mêmes de la classification. Chacune reflète vaguement les opinions philosophiques de celui qui la patronne. C'est là leur seul mérite. Pourquoi s'y arrêter? Dans les collections systématiques, l'homme a sa case bien marquée : il est le chef de file. Tout le monde en convient. Dès lors, qu'importe l'étiquette? En toute hypothèse, elle sera trompeuse, tant qu'on ne considérera que l'homme tronqué d'une partie de lui-même, de son intelligence et de sa volonté libre.

A propos des ressemblances anatomiques de l'homme et des singes, le professeur d'Iéna fait grand état de *la loi* ou *formule du pithécomètre de Huxley* (p. 18). Cette prétendue loi, pour laquelle Haeckel forge un néologisme au moins inutile, est tout simplement cette proposition formulée en 1863 par le savant Anglais : « Les différences anatomiques qui séparent l'homme du gorille et du chimpanzé, sont moins grandes que celles qui distinguent les anthropoïdes des singes inférieurs ».

Or cette proposition est parfaitement discutable ; de Quatrefages se reprochait de l'avoir acceptée de confiance comme vraie, sur la foi d'un anatomiste aussi éminent (1). Les comparaisons de ce genre sont toujours délicates.

Dans l'occurrence, Huxley lui-même prétendait-il faire de son fameux *pithécomètre* la base de la théorie de notre origine simienne? Haeckel ne saurait le soutenir, à moins de supprimer — ce qu' « en critique impartial » il se permet de faire — les divers passages où Huxley traite, « ex professo » et dans le même livre, du *degré de parenté* de l'homme et du singe.

« Il m'arriva un jour, dit-il, de séjourner durant de nombreuses heures, seul, et non sans anxiété, au sommet des Grands-Mulets. Quand je regardais à mes pieds le village de Chamounix, il me semblait qu'il gisait au fond

(1) De Quatrefages, *Les Émules de Darwin*, t. II, p. 166, note 3.

d'un prodigieux abîme. Au point de vue pratique, le gouffre était immense, car je ne connaissais pas le chemin de la descente, et si j'avais tenté de le retrouver seul, je me serais infailliblement perdu dans les crevasses du glacier des Bossons ; néanmoins je savais parfaitement que le gouffre qui me séparait de Chamounix, quoique dans la pratique infini, avait été traversé des centaines de fois par ceux qui connaissaient le chemin et possédaient des secours spéciaux.

» Le sentiment que j'éprouvais alors me revient quand je considère côte à côte un homme et un singe : qu'il y ait eu une route de l'un à l'autre, j'en suis sûr. Mais maintenant la distance entre les deux est tout à fait celle d'un abîme (*plainly abysmal*) et, pour mon compte, j'aime mieux reconnaître ce fait aussi bien que l'ignorance où je suis du sentier, plutôt que de me laisser choir dans une des crevasses creusées aux pieds de ces chercheurs impatients, qui ne veulent pas attendre la direction d'une science plus avancée que celle du temps présent (1). »

Huxley ne nie donc pas notre origine simienne : il l'admet comme un postulat. *Il évalue* simplement, *d'après les données anatomiques* — les seules qu'il considère — *la distance* du singe à l'homme. Et il semble ne pas trouver d'image assez forte pour faire saisir sa pensée.

Le savant anatomiste y revient dans un autre endroit, et d'une façon encore plus catégorique. Après avoir protesté contre ceux qui disent que les différences structurales entre l'homme et les singes les plus élevés sont petites et insignifiantes, il ajoute : « Chaque os de gorille porte une empreinte par laquelle on peut le distinguer de l'os humain correspondant, et, dans la création actuelle tout au moins, aucun être intermédiaire ne comble *la brèche* qui sépare l'homme du troglodyte. Nier l'existence de cet *abîme* serait aussi blâmable qu'absurde (2). »

(1) Huxley, *La place de l'homme dans la nature*, éd. 1891, préf. p. VII.
(2) Huxley, *Ibid.*, p. 79.

Que signifie, en face de déclarations si peu équivoques et si nettement contradictoires, la « grande *loi du Pithécomètre* » du *même Huxley?* Était-ce la peine de lui donner un nom si beau « en l'honneur de son fondateur » (p. 18)? Voilà la méthode de Haeckel. Il n'en parlera pas moins, ici comme ailleurs, « d'examen consciencieux de tous les caractères », d'impartialité, « d'argumentation la plus rigoureuse », « de *nécessité logique* ».

Il sera donc admis, malgré tout, que les différences morphologiques entre l'homme et les anthropoïdes sont moins grandes que celles qui distinguent les anthropoïdes des singes inférieurs. Aussi l'arbre généalogique des Primates (p. 43) place-t-il l'homme entre les anthropoïdes africains et les anthropoïdes asiatiques. Et voilà « le système naturel » constitué. Or, continue Haeckel, « dans l'intérieur de l'ordre des primates, *le système naturel est aussi bien l'expression de la parenté réelle que dans tout autre groupe des règnes animal et végétal* » (p. 19).

Donc tous les primates, lémuriens et singes, l'homme compris, descendent d'une forme ancestrale commune et *hypothétique,* que nous appellerons *archiprimas*... Les ancêtres immédiats de l'homme appartenaient au groupe des singes sans queue, et à cinq vertèbres sacrées *(anthropoïdes);* ses ancêtres les plus éloignés, au groupe des singes à queue, avec trois ou quatre vertèbres sacrées *(cynopitheca).*

Haeckel développe le détail de cette généalogie conformément aux conquêtes les plus récentes de l'anatomie comparée.

Eh bien ! le tour est joué. *Identifiant la parenté réelle avec les rapports systématiques des espèces* dans les deux règnes, Haeckel suppose la réalité de l'évolution sur toute l'échelle organique. Par malheur, la preuve n'en est point faite. Il s'en faut. La théorie de la descendance reste une hypothèse, une possibilité ou, si l'on veut, une vraisemblance. « Je reconnais sans peine, dit Yves

Delage, qu'on n'a jamais vu une espèce en engendrer une autre, et que l'on n'a aucune observation absolument formelle démontrant que cela ait jamais eu lieu. J'entends une vraie bonne espèce, fixe comme les espèces naturelles et se maintenant comme elles, sans le secours de l'homme. A plus forte raison, cela est-il vrai pour les genres (1)... »

Aussi, « je suis absolument convaincu qu'on est ou n'est pas transformiste, non *pour des raisons* tirées de l'histoire naturelle, mais *en raison* de ses opinions philosophiques.

» S'il existait une hypothèse *scientifique*, autre que la descendance, pour expliquer l'origine des espèces, nombre de transformistes abandonneraient leur opinion actuelle comme insuffisamment démontrée. Je considère cependant la descendance comme aussi certaine que si elle était démontrée objectivement. »

Voici la raison déterminante pour Delage. Jamais on n'a scientifiquement constaté le fait de la création ; or, la seule hypothèse différente possible, celle de la génération spontanée, est extrascientifique ; elle ne mérite pas l'honneur d'être discutée ! Que Delage soit évolutionniste quand même, c'est son affaire. Il ne l'est point à la suite d'une démonstration scientifique. Cela nous suffit pour le moment.

La déclaration authentique du professeur de la Sorbonne permet au lecteur de se faire une opinion, et nous dispense d'une discussion de détail déplacée ici. Elle émane d'un homme qui, dans un livre remarquable, a passé au crible toutes les hypothèses relatives aux grands problèmes biologiques et jeté au vent tous les arguments invoqués jusqu'à présent en faveur de l'évolution. Aussi bien, qu'on ne le soupçonne pas de « parti pris orthodoxe ». Delage (2) s'arroge le droit de rejeter *sans examen* toute

(1) Delage, *Structure du Protoplasme et hérédité*, p. 184.

(2) « Tous nos actes sont dirigés par des mobiles entre lesquels, inertes comme une balance, nous oscillons tant qu'ils se font équilibre, et penchons

conception métaphysique (p. 464), l'hypothèse de la création par une puissance divine quelconque (p. 184) et le libre arbitre (p. 465, note).

Nous nous abusons, ou il n'y a, dans l'état actuel de la science, qu'une seule attitude logique, une seule attitude vraiment scientifique vis-à-vis de la doctrine de l'évolution : c'est la suspension du jugement.

II

LA PHYSIOLOGIE COMPARÉE

Après les données morphologiques, Haeckel invoque celles « non moins importantes » de la physiologie comparée. Et sous ce nom il comprend — comme on va le voir — toutes les fonctions vitales, même les plus hautes d'ordre immatériel.

Pour le professeur d'Iéna, psychologie et physiologie, c'est tout un. Sur ce double terrain, il n'y a pas, d'après lui, de différence essentielle entre l'homme et le singe. « Notre nutrition, notre digestion, notre circulation, notre respiration et nos échanges ont pour base les mêmes phénomènes physiques et chimiques que chez les anthropoïdes. Il en est de même de la vie sexuelle et de la reproduction ; de même encore pour les fonctions de mouvement et de sensibilité... Autrefois on regardait la station verticale comme un caractère spécial à l'homme ; nous savons

fatalement vers les plus forts. Dire que nous pourrions faire autrement serait admettre un effet sans cause..... La volonté, telle qu'on l'entend dans le monde, implique le libre arbitre dont on a depuis longtemps fait justice. C'est un mot qui n'a pas de sens. Les penseurs qui y croient se font illusion, quand ils s'imaginent comprendre ce qu'ils affirment. »

Ce passage, en contradiction flagrante avec le témoignage universel de la conscience, cadre tout aussi mal avec l'esprit critique dont Delage fait preuve sur le terrain purement scientifique.

Aussi bien nous gageons que toute la conduite de l'auteur en est la négation pratique la plus formelle et la plus éloquente.

maintenant que cette position peut être prise temporairement par le gorille et le chimpanzé, par l'orang et surtout par le gibbon (pp. 19, 20). »

Les singes ont leur langage. Il vaut bien les sons émis par les jeunes enfants qui apprennent à parler. Le chant modulé n'est pas même propre à l'homme. Certains oiseaux l'ont en partage, et il y a d'ailleurs un « anthropoïde musicien », le gibbon chanteur.

La merveilleuse âme de l'homme n'aurait pu, dit-on, « se développer historiquement de l'âme simienne ». Or, depuis dix ans, les remarquables découvertes de l'anatomie comparée nous ont enseigné que l'histologie aussi bien que l'anatomie macroscopique du cerveau sont les mêmes chez l'homme et chez les anthropoïdes. La genèse embryologique du cerveau ne diffère point. Toutes les fonctions cérébrales, aussi bien la conscience et ce qu'on nomme les facultés supérieures que les simples actions réflexes, ont pour condition, chez l'homme, les mêmes phénomènes physiques et chimiques dans le système nerveux que chez les autres mammifères. Toutes les « maladies de l'esprit » ont pour cause des modifications matérielles de territoires déterminés du cerveau chez l'homme aussi bien que chez les mammifères les plus voisins. De plus, la vie psychique présente des différences infiniment plus grandes, lorsque l'on passe des esprits géniaux d'un Spinoza et d'un Aristote, aux Weddas et aux Patagons, ces représentants dégradés de l'humanité, qu'entre ces derniers et les anthropoïdes.

Si l'âme humaine est encore considérée comme un « être » spécial, ce fait s'explique par l'état très rudimentaire de ce qu'on appelle la « psychologie », métaphysique tout à fait fantastique, formée d'introspection sans contrôle possible, de comparaisons dépourvues d'esprit critique, d'observations mal comprises et d'expériences incomplètes, d'erreurs spéculatives et de dogmes religieux. La plupart des soi-disant « psychologues » ne connaissent ni la struc-

ture intime du cerveau, ni les localisations cérébrales, ni les « sphères de sensibilité » ou *foyers sensitifs*, ni les « centres d'association » ou *foyers de la pensée*, « les seuls instruments réels de notre vie psychique », ni « les données significatives de la psychologie expérimentale et de la psychiâtrie » (p. 21).

Reste le mythe étrange de l'immortalité personnelle de l'homme. Ce mythe est manifestement contraire à la loi universelle de la conservation de la matière et de l'énergie, qui domine la vie psychique des animaux et de l'homme, aussi bien que tous les autres phénomènes naturels. Du reste, « si l'homme était réellement immortel, il devrait en être de même des vertébrés les plus voisins de lui et surtout des mammifères » (p. 23 et p. 5, note 2).

Non seulement le dogme de l'immortalité de l'âme humaine est incompatible avec la loi de la substance ; mais il en est de même de deux autres dogmes liés intimement au premier : celui de la liberté de la volonté humaine et celui de l'existence d'un Dieu personnel « semblable à l'homme », qui a créé, qui entretient et qui régit l'univers... « Les figures embrumées et mystiques de ces trois fantômes centraux se dissolvent dans le clair rayon du soleil de la vérité que la loi de la conservation de la substance et la proposition du pithécomètre répandent sur l'énigme de l'univers (p. 24) ! »

Un tel langage de la part d'un homme de science pure (?) dans une assemblée de savants de tous pays, n'a certes rien de banal. S'il était moins fait pour rallier des partisans aux idées de l'orateur, il dut, à coup sûr, avoir un réel succès... de surprise.

Toujours est-il qu'à propos de physiologie, Haeckel enfonce des portes ouvertes. Les spiritualistes, sans doute, admettent une distinction essentielle entre le singe et l'homme. Mais en trouvent-ils la raison dans la structure et le fonctionnement de l'organisme ? L'homme n'a pas

d'organes qui ne soient communs aux mammifères supérieurs, et, malgré certaines adaptations bien caractéristiques, on peut dire que par ses fonctions vitales il est un simple mammifère.

Pourtant, il importe ici de bien s'entendre. Pour Haeckel, « la fonction de l'âme », relevant exclusivement de la physiologie nerveuse, est une fonction « vitale » de même ordre que la nutrition et la reproduction, une fonction purement organique.

Or, sur ce point « la loi du pithécomètre rencontre les plus vives résistances » (p. 20). L'auteur l'observe lui-même, et avec raison. Aussi a-t-il senti le besoin de formuler ses preuves (p. 50, note 9).

Il se propose donc de démontrer « scientifiquement », par les données de la biologie, que le dogme de l'existence et de l'immortalité de l'âme est incompatible avec l'anthropogénie naturelle. A voir le cadre et les divisions méthodiques de la démonstration, on devine l'importance que notre conférencier y attache et l'effort de dialectique qu'il y apporte.

I. *Arguments anatomiques.* — L'encéphale de l'homme a les caractères généraux de celui des primates. Il s'en distingue quantitativement, par son plus grand volume, mais non qualitativement, par ses fonctions. En descendant l'échelle animale, on trouve tous les stades de développement, et les différences les plus fortes s'observent, non entre l'homme et le chimpanzé, mais entre les anthropoïdes et les singes inférieurs (p. 51).

Logiquement il faudrait conclure : Donc l'homme et le singe ne diffèrent pas *essentiellement* par la configuration, le volume et les fonctions du cerveau. Or, ce point est hors de conteste. De quel droit Haeckel conclut-il que l'homme n'a pas une âme immortelle ?

II. *Arguments ontogéniques.* — L'encéphale et la moelle se développent dans l'embryon humain tout à fait de la même façon que chez les autres primates, et spécialement

chez les anthropomorphes. De part et d'autre, même origine exodermique, même différenciation des diverses parties et surtout des circonvolutions et des sillons de l'écorce grise, même prédominance des hémisphères cérébraux dans le cerveau antérieur (p. 51).

Abstraction faite des points secondaires, tout le monde est ici encore une fois d'accord. Seulement la conclusion ne diffère pas de la précédente. Elle est à côté de la question. Ce défaut de dialectique est-il inconscient, est-il voulu ?

En toute hypothèse, on pouvait se promettre mieux de la part d'un « critique » dont tous les contradicteurs sont, à l'entendre, incapables de réfléchir (p. 53) ou intentionnellement ignorants (p. 22).

Tant que Haeckel n'a pas démontré la superfluité de la conception spiritualiste et son incompatibilité avec les données de l'anatomie et de l'embryologie modernes, il piétine sur place.

Sans doute, il va y venir.

III. *Arguments physiologiques.*— « L'activité psychique normale de l'homme est liée à la conformation normale de son cerveau. *La localisation des différentes fonctions psychiques est prouvée par l'observation et l'expérience.....* Les diverses fonctions cérébrales entrent en jeu par l'excitation de leurs organes et sont annihilées par la destruction de ceux-ci (p. 51). »

IV. *Arguments pathologiques.* — « La destruction pathologique d'un organe cérébral ou la dégénération progressive du cerveau dans les maladies chroniques de cet organe, amène forcément l'annihilation de la fonction qui lui était dévolue (p. 52). »

Voilà « la réfutation *scientifique, définitive* du dogme de l'immortalité de l'âme. Elle était réservée à la conception moniste de la nature qui se fit jour — dans le cerveau de Haeckel ! — durant le dernier demi-siècle » (p. 2) !

Encore, nous avons condensé le texte, de manière à le rendre plus compréhensif, ne supprimant que les répétitions inutiles et les phrases trop nombreuses où les arguments de l'auteur sont l'énoncé même ou bien l'interprétation subjective, le développement oratoire de sa thèse.

C'est peu ; ce n'est pas assez. Et, chose bizarre ! sauf la proposition relative aux localisations cérébrales, qui prête à l'équivoque, l'école spiritualiste admet toutes les propositions de Haeckel. Elle en conclut que « la conscience et l'exercice des facultés supérieures, aussi bien que les simples actions réflexes, ont *pour condition*, chez l'homme, les mêmes phénomènes physiques et chimiques dans le système nerveux que chez les autres mammifères ». Nous empruntons à Haeckel lui-même (p. 21) la formule de cette déduction, trop heureux de rencontrer dans ses écrits au moins *une* conclusion empreinte d'un véritable bon sens. Encore l'a-t-il raisonnée ? L'affirmer, c'est le mettre en contradiction avec sa thèse fondamentale; car, si le cerveau n'est que *la condition* des actes psychiques, l'âme en est *le facteur nécessaire et principal*.

Voilà précisément ce que prouvent les arguments des spiritualistes. Le professeur d'Iéna affecte de les ignorer.

Pas un mot sur le caractère universel et abstrait de nos idées et de nos raisonnements.

Pas un mot sur nos volitions et nos tendances intrinsèquement indépendantes de la matière : tendance au vrai, au beau, au bien moral.

Pas un mot sur la science, l'art, la vertu, la religion.

Pas un mot sur notre aptitude au progrès indéfini.

Tout cela s'observe-t-il chez le singe ?.. Et cependant nous avons accordé que son cerveau est bien semblable au nôtre.

Ou bien, l'homme se berce-t-il d'illusions ?

Haeckel ne le prétend pas. Ce serait nier l'évidence, l'expérience la moins récusable, celle que l'homme a de

lui-même et de ses actes, l'expérience sans laquelle toute observation scientifique est impossible, l'expérience que les plus sceptiques consultent *en pratique* avec plus de confiance que les méthodes micrographiques et les vivisections du laboratoire.

Le rôle de l'âme et le rôle du cerveau sont subordonnés. Ils ont été maintes fois précisés par les philosophes spiritualistes, et le grand « psychologue » d'Iéna n'a vraiment pas qualité pour leur reprocher la légèreté et le manque d'esprit critique (p. 22). Car enfin, s'il s'était donné la peine de comprendre au moins ses adversaires, leur eût-il attribué le travers assurément ridicule de considérer l'âme de l'homme comme « une substance tout à fait spéciale » (p. 20), l'écorce cérébrale, comme « l'organe de l'âme » (p. 21) et le Dieu personnel, comme un « vertébré gazeux » (p. 60) « semblable à l'homme » (p. 24) ?

Voilà, encore une fois, l'impartialité de Haeckel. Quant à sa philosophie, nous savons déjà ce qu'elle vaut. Pour la mieux goûter, il convient de lire sa « Morphologie générale des organismes », son « Histoire de la Création », son « Anthropogénie » ; et l'on comprendra que la fameuse théorie du *Monisme* de Haeckel, imaginée pour résoudre le problème de la vie, ait pu être qualifiée par Delage « d'exécrable fatras métaphysique, indigne d'un naturaliste de ce siècle » (1).

Au demeurant, notre conférencier de Cambridge tranche en quelques lignes toutes les grandes questions biologiques. Il y va bien lestement. Chaque point exigerait une dissertation sérieuse, et il en est un bon nombre qui ne comportent pas de solution dans l'état actuel de la science. Nous voulons en donner un exemple.

Dans le passage cité plus haut, le professeur d'Iéna parle comme si les récentes découvertes de la neurologie simplifiaient au delà de toute prévision le problème psy-

(1) Delage, *Structure du protoplasme et hérédité*, p. 464.

chologique. Suivons-le sur ce terrain et résumons les résultats acquis aujourd'hui par rapport à la structure et au fonctionnement des centres nerveux. On en dégagera sans peine les conclusions qu'ils autorisent.

III

LA NEUROLOGIE ET LA PSYCHOLOGIE

Les éléments histologiques nerveux, les unités nerveuses sont des cellules à structure spéciale, auxquelles Waldeyer a donné le nom de *neurones* (1).

Typiquement, chaque neurone comprend un corps cellulaire avec son noyau, et deux sortes de prolongements : les prolongements protoplasmatiques nombreux et ramifiés, et un prolongement cylindraxile unique à terminaison arborescente. Les premiers semblent destinés à recueillir le long de leur trajet tous les ébranlements nerveux, et à les transmettre jusqu'au corps de la cellule. L'autre, très long, filiforme, reçoit probablement l'influx nerveux de la cellule susdite et le transmet à tous les éléments avec lesquels il est en rapport. Les prolongements protoplasmatiques constitueraient dans chaque cellule un pôle de réception ; on les dit *cellulipètes*. Le cylindre-axe serait un pôle d'émission ; on le dit *cellulifuge*.

D'après Ramon y Cajal et ses partisans, les dendrites d'un neurone ne s'anastomosent pas avec les dernières branches des neurones voisins : les terminaisons se juxtaposent *sans soudure* ; il y a contiguïté des neurones,

(1) Van Gehuchten, *Structure du télencéphale. Centres de projection et centres d'association*. REV. DES QUEST. SCIENT., 1897, p. 12. — Van Gehuchten, *Le système nerveux de l'homme*. Lierre, 1900. — Prenant, *Les théories du système nerveux*. REV. GÉNÉR. DES SCIENCES PURES ET APPL., 15 janv. 1900, p. 13 et 30 janv., p. 69. — Havet, *Rapports entre les prolongements des cellules nerveuses*. Gand, 1900. — *Structure du système nerveux des annélides*. LA CELLULE, t. XVII, p. 63.

comme si deux arbres mêlaient leurs rameaux dans une couronne unique et enchevêtrée, *sans aucune greffe par contact*. Les voies conductrices résultent de la juxtaposition d'unités nerveuses *indépendantes*.

Pour être rapidement devenue classique, cette « théorie du neurone » n'a pas encore rallié tous les histologistes. Golgi, Nissl, Dogiel, et Apathy surtout combattent la discontinuité du tissu nerveux, en se basant soit sur l'insuffisance des méthodes employées, soit sur des observations positives en faveur de l'existence d'un réseau ininterrompu entre les neurones.

D'autre part, quelques auteurs conçoivent autrement la « polarité » de l'unité nerveuse. Il en est qui la disent partielle ou variable. Ainsi, suivant Schäffer, les dendrites protoplasmatiques auraient un simple rôle de nutrition : la conduction cellulipète se ferait plutôt par les ramifications collatérales du cylindre-axe, et le courant nerveux y marcherait, suivant les cas et les besoins, tantôt dans le sens cellulipète, tantôt dans le sens cellulifuge. Ramon y Cajal, ayant observé que le cylindre-axe prend quelquefois naissance non sur le corps cellulaire, mais sur un dendrite, croit que le courant nerveux entré par les prolongements protoplasmatiques gagne le cylindre-axe par le plus court chemin, évite le corps cellulaire, et même une partie des dendrites qui demeurent ainsi en dehors du trajet nerveux. Pour Nansen, Morat et Duval, le corps cellulaire de l'élément nerveux n'est pas le véritable centre d'action, et le siège de l'activité nerveuse est exclusivement dans le réseau fibrillaire ; les cellules n'ont qu'un rôle trophique.

Il serait prématuré de prendre position dans ce débat. Aussi bien le mécanisme de la conduction nerveuse *dans son ensemble* paraît n'y être pas intéressé. Celui-ci dépend avant tout de la subordination des unités fonctionnelles. Or — on le sait depuis longtemps — la superposition des neurones donne naissance à d'innombrables voies ner-

veuses. Les unes ascendantes, centripètes, *sensitives*, amènent à l'axe nerveux — à la moelle ou au cerveau — toutes les impressions qui nous viennent soit de la profondeur de nos organes, soit d'un point quelconque de notre surface cutanée pour nous renseigner sur les modifications du monde extérieur. Les autres descendantes, centrifuges, *motrices*, relient les diverses parties de notre axe nerveux à nos muscles, et nous permettent ainsi de répondre par des mouvements, conscients ou inconscients, à toutes les excitations périphériques.

Il est établi que l'organisme peut réagir à des excitations du dehors par des mouvements appropriés et souvent même très complexes, sans que les ébranlements nerveux transmis par les fibres centripètes arrivent au cerveau, et produisent une modification « consciente ». Les centres nerveux « secondaires » situés dans la moelle suffisent à ces *mouvements* dits *réflexes*, qui sont en quelque sorte les manifestations de la vie animale au degré inférieur. *La « vie réflexe » est la même chez tous les mammifères, et la structure interne des centres nerveux qui y président est sensiblement identique chez tous.* Il n'en est pas de même pour le cerveau. On pouvait s'attendre à lui trouver chez l'homme, des particularités en rapport avec le degré élevé de ses fonctions psychiques. Cette masse volumineuse qui occupe la plus grande partie de la boîte crânienne, n'est pas seulement dans certaines de ses parties un centre réflexe; elle est, surtout dans la région des hémisphères, le centre de la vie consciente, le centre de la vie intellectuelle. *Aussi est-ce surtout par le développement plus ou moins considérable de l'écorce grise des hémisphères que diffèrent le cerveau de l'homme et le cerveau des mammifères.* Réduite à rien chez les poissons, elle apparaît chez les batraciens, augmente de volume et d'importance des reptiles aux mammifères et présente son plein épanouissement chez l'espèce humaine.

La structure de la substance corticale grise est, à de

légères différences près, la même dans toutes ses parties; mais nous savons par les expériences sur l'encéphale des mammifères et par les observations cliniques et anatomo-pathologiques sur l'encéphale de l'homme, qu'elle est loin d'avoir partout la même valeur physiologique.

Ainsi, qu'une lésion destructive se produise dans la substance corticale qui recouvre les circonvolutions centrales, elle sera suivie d'une paralysie plus ou moins étendue de la moitié opposée du corps. Il y a suppression de *motricité*. Si dans les deux hémisphères la partie moyenne de la première circonvolution temporale est détruite, le malade sera atteint de surdité absolue. Il y a suppression de *sensibilité*. Par contre, une lésion étendue de l'écorce grise du lobe frontal passera inaperçue ou se manifestera par un trouble plus ou moins apparent dans l'activité psychique.

Inutile de multiplier les exemples. Un fait acquis par l'étude expérimentale des mouvements et des sensations, c'est qu'il y a subordination physiologique et connexion anatomique entre telle partie du corps et telle partie de l'écorce grise. Il faut admettre certaines « localisations cérébrales ».

Dans un travail qui a eu du retentissement, Flechsig, professeur à Leipzig, en était arrivé à tracer avec netteté quelques territoires cérébraux, le centre auditif, le centre visuel, le centre olfactif et le centre tactile, le plus considérable de tous. C'est lui qui a vulgarisé la notion des *centres de projection* ou *centres sensoriels*, centres à la fois sensitifs et moteurs, lieu de terminaison des fibres sensitives périphériques et lieu d'origine des fibres motrices correspondantes. Considérés en eux-mêmes, ils constituent en quelque sorte *les centres nerveux pour les réflexes d'origine cérébrale ou corticale.*

Si l'on s'en rapporte à Flechsig, les parties de l'écorce dépourvues de « centres sensoriels » envoient des fibres, non vers les organes périphériques, ni vers la moelle,

mais aux divers « centres sensoriels » circonvoisins, de manière à les relier entre eux par de vrais *centres d'association*.

Les centres d'association s'intercalent donc entre les centres de projection. Chez l'homme, ils représentent les deux tiers de la substance corticale; chez les singes supérieurs, ils en représentent la moitié; ils diminuent jusqu'à disparaître, au fur et à mesure que l'on descend dans la série des mammifères. Les centres de projection, au contraire, existent chez les mammifères avec un développement absolu quelquefois plus considérable que chez l'homme.

Si leur isolement dans le cerveau était complet — ce dont de récents travaux permettent de douter — aucune excitation du milieu externe ou du milieu interne, du monde ou de notre propre corps, ne pourrait être directement transmise aux centres d'association, de même qu'ils seraient, de leur côté, sans influence immédiate sur nos organes et sur nos muscles périphériques.

Les fibres qui proviennent des centres de projection et se terminent dans les centres d'association sont dites *centripètes*, parce qu'elles transmettent à ces derniers les ébranlements qui affectent les centres de projection.

Les fibres qui ont leur « lieu d'origine » dans les centres d'association et se perdent dans les centres de projection, sont dites *centrifuges*, parce qu'elles transmettent à ces derniers l'action inhibitive qu'exercent sur eux les centres d'association.

Cette nomenclature, on le voit, fait des centres d'association de véritables centres nerveux supérieurs, et à bon droit, car ils assurent à la fois la convergence et la subordination des vibrations nerveuses subies ou causées par les diverses régions de l'écorce.

Dans un cerveau bien organisé et sain, l'action des centres d'association est prédominante.

Une lésion dans les centres de projection, c'est la sup-

pression de la sensation, du mouvement dans le territoire périphérique correspondant. Une lésion dans les centres d'association, ce sera le *trouble*, la *suspension* des fonctions les plus élevées, l'*incohérence* des fonctions animales.

On en conclut que les centres d'association sont dans le cerveau le substratum anatomique de la vie psychique à tous ses degrés.

C'est là probablement que se rencontrent et se fusionnent les sensations tactiles, visuelles, olfactives et acoustiques. C'est là que toute impression perçue laisse une modification, une empreinte ineffaçable, nécessaire au souvenir et à la comparaison ultérieure de sensations précédentes avec des sensations nouvelles. C'est dans ces centres de la mémoire et de l'imagination que l'esprit trouve les éléments indispensables à tous les actes de la vie intellectuelle.

En un mot, les centres d'association doivent être considérés comme *les instruments* de la pensée, de préférence à toutes les autres régions de l'encéphale. Cette conclusion semble d'autant moins arbitraire que, d'après Flechsig, on les trouverait plus développés chez les hommes doués d'une intelligence supérieure. De plus, ils sont les derniers à se développer, les derniers à entrer en fonction chez l'enfant et, chez les animaux inférieurs, on les trouve très réduits ou nuls.

Ces observations sont du plus haut intérêt. Elles ont orienté dans une direction nouvelle les recherches relatives aux localisations cérébrales. Par malheur, elles ont été faites surtout sur des cerveaux embryonnaires très jeunes, où, selon toute vraisemblance, la formation des fibres était loin d'être terminée. Dejérine et d'autres neurologistes affirment, du reste, que les « centres d'association » ne sont pas absolument exempts de fibres de projection. Il y a des irradiations entre les divers centres (1). On devine

(1) REV. DES QUEST. SCIENT., t. XLII, juillet 1897, p. 318

la complication qui en résulte pour la dissection élémentaire.

Quand on aura vaincu cette difficulté, les études physiologiques seront à reprendre. Et là encore, que d'obstacles à écarter, que de problèmes à résoudre !

Et tout d'abord il y a une énigme dont la solution intéresse toutes les autres questions, dans la supposition surtout que la pensée et la volition ne soient que des phénomènes purement matériels. Je veux parler de la nature même de l'ébranlement nerveux. Quelle est la modification des nerfs, de la moelle et de l'écorce requise pour toute sensation, pour tout mouvement, et — dans la théorie antispiritualiste — pour tout acte d'intelligence et de volonté ?

Ici la science reste muette. Dans son discours au Congrès de l'Association britannique, à Douvres (septembre 1899), Charles Richet (1) examine tour à tour l'hypothèse *mécanique* de l'ébranlement moléculaire, vibratoire, de l'enchylème dans la fibre nerveuse ; l'hypothèse *chimique* d'une réaction ondulatoire comparable à l'explosion d'une traînée de poudre dans un tube très étroit ; l'hypothèse *électrolytique* d'une décomposition progressive suivie de reconstitution immédiate ; enfin, l'hypothèse *électrique* d'un courant traversant la fibre sous la couche isolante de myéline.

« L'hypothèse que la vibration nerveuse est un phénomène électrique, dit-il, est assez satisfaisante, surtout si l'on admet que ce phénomène ressemble aux actions électrolytiques. »

Richet présume cependant que, bientôt peut-être, on donnera la démonstration formelle d'une différence profonde entre la vibration nerveuse et la vibration électrique, et qu'il faudra admettre pour la vibration nerveuse certaines propriétés spéciales qui la rendront différente de

(1) Rev. Scient., 23 déc. 1899, p. 804.

toutes les autres vibrations connues. C'est dire que tout reste à faire.

Admettons un instant que tout soit fait. Puisque, d'après les idées que nous croyons devoir combattre, les phénomènes psychiques, même les plus complexes et les plus immatériels en apparence, ne sont dus qu'à des vibrations de cellules encéphaliques, il est bien à croire — eu égard à la complexité et à l'infinie variété du phénomène — que chaque petit groupe de cellules a son rôle, sa fonction précise, aussi bien que *chaque* centre de projection et *chaque* centre d'association. Or, « on a beau étudier, avec les méthodes les plus récentes, l'immense manteau gris qui recouvre nos deux hémisphères cérébraux, on n'a rencontré qu'une structure histologique *d'une simplicité désespérante, rien de spécial, rien de caractéristique*, des fibrilles nerveuses se terminant par des ramifications libres, pour se mettre en connexion avec les prolongements protoplasmatiques de cellules nerveuses, tout comme dans la substance grise de n'importe quelle partie du névraxe de n'importe quel vertébré (1). »

Et il serait *absurde* de supposer qu'un jour on pourra, isolément ou par petits groupes, soumettre à des observations physiologiques les milliards de neurones de l'encéphale.

Mettons tout au mieux : accordons qu'on parviendra tôt au tard à déterminer le rôle précis des cellules encéphaliques et les caractères de l'énergie qui les anime, comment expliquer *les effets différents* produits, suivant les cas, par la lésion d'une *même région* du cerveau? Pourquoi la destruction de l'écorce grise du lobe frontal ou du lobe pariéto-temporal passe-t-elle le plus souvent inaperçue, alors que d'autres fois elle se traduit par un trouble plus ou moins apparent dans l'exercice de nos

(1) Van Gehuchten, *Structure du télencéphale*, REV. DES QUEST. SCIENT., t. XLI, janv. 1897, p. 23.

facultés supérieures ? Et si la fonction est strictement en rapport avec la nature et la localisation des éléments nerveux, que penser des explications données pour le phénomène de la *suppléance*, c'est-à-dire du rétablissement d'une fonction abolie par une lésion de l'écorce ?... Et nous avons à peine entamé la liste des questions qui se posent.

Supposons maintenant les savants parvenus au terme de la tâche encore mal définie que les données acquises semblent leur réserver pour le plus prochain avenir ; connaîtrons-nous le mécanisme de la pensée ? Pourrons-nous rendre compte, par la matière, du fonctionnement complexe de nos facultés supérieures ? Ce serait se bercer d'illusions que de le croire. Sans doute, l'on a tracé des schémas pour expliquer les actes de mémoire et d'imagination, la genèse de l'image représentative des objets, la parole, l'écriture. Mais, outre que ces essais font une très large part à l'hypothèse, ils s'en tiennent trop aux grandes lignes. Ils appliquent *vaguement le principe* des localisations cérébrales, sans tirer aucun parti *du détail*, d'ailleurs très discuté, de la découverte de Flechsig. Par le fait même, on ne peut y voir que des amorces pour des recherches ultérieures plus précises. Au surplus, ils ne touchent que le côté sensible, les conditions, *la préparation* des phénomènes psychiques et laissent dans l'ombre le caractère abstrait et universel de nos intellections et de nos volitions.

Donc, malgré la découverte de Flechsig, si imprudemment surfaite par Haeckel ; malgré d'innombrables travaux de neurologie normale et pathologique ; malgré les nouvelles méthodes de coloration des neurones ; malgré les vivisections et les observations embryologiques, on se demande en vain de quel côté les gigantesques progrès de ces dernières années permettraient *d'aborder seulement* le problème psychique proprement dit, celui qui a pour objet l'interprétation des faits indéniables sur lesquels les

spiritualistes se basent pour admettre l'âme *spirituelle et simple.*

Je sais des savants, des penseurs, qui en conviennent dans des écrits datés d'hier. Haeckel, qui, à propos de la neurologie, vient de nous donner derechef la vraie mesure de son esprit critique et de sa bonne foi, aurait-il par hasard l'audace de décliner la compétence d'un Charles Richet, d'un Sully Prudhomme, d'un Armand Gautier ?

« Conscience, intelligence, tendance à une perfection plus grande, ce sont des caractères qui n'ont *rien de commun* avec les caractères des autres vibrations. *Il nous paraît que ce sont des phénomènes d'un ordre plus élevé.* Cette vibration, dont nous avons étudié les conditions physiques, pénètre dans le monde moral, ce qui établit entre elle et les autres vibrations *une différence essentielle* (1). »

Voilà la déclaration que Charles Richet eut le courage de faire en septembre dernier, au Congrès de l'Association britannique pour l'avancement des sciences, à Douvres, en présence apparemment d'un grand nombre de ceux qui avaient entendu Haeckel à Cambridge. Je dis *le courage*, car il en faut malheureusement de nos jours pour ne pas sacrifier la vérité au respect humain, même dans les milieux en apparence purement scientifiques.

Sully Prudhomme n'est pas moins catégorique dans une récente *Critique du concept finaliste et de ses applications à la science*, parue dans la REVUE SCIENTIFIQUE du 12 août 1899, p. 198.

« Je suis poète, dit-il, je veux dire soucieux des aspirations, des espérances, des croyances dont a vécu l'âme humaine, et je ne peux me défendre d'être attentif au cri de ses besoins en moi-même. Sont-ils intégralement expli-

(1) REV. SCIENT., t. XII, 23 décembre 1899, p. 810.

cables par le déterminisme, par un processus aveugle et fatal qui les ferait dériver d'un appétit rudimentaire, indistinctement commun à tous les êtres vivants, et qu'auraient plus ou moins développé et transformé des conditions tout occasionnelles ? *Ont-ils quelque source plus haute ?... Je voudrais tenter le sauvetage* du patrimoine ancestral d'instincts moraux qui m'a suscité mes poésies, les seuls de mes écrits auxquels je doive l'honneur d'être membre de l'Académie française ; c'est tenter le sauvetage de l'idéal sous ses diverses formes. Or, toutes celles qui représentent le devoir, le sacrifice héroïque, la justice, la dignité en un mot, supposent l'existence du libre arbitre, et, à ma connaissance, *aucune tentative de ramener au déterminisme ces phénomènes psychiques n'en fournit des équivalents mécaniques tout à fait exacts*, du moins dans ma conscience de poète. Je sens invinciblement que l'explication déterministe impose à des choses différentes les mêmes noms : *le devoir, le sacrifice, la justice, la dignité, expliqués par un déterminisme mécanique ou même psycho-mécanique, ne sont pas identiques aux choses que ma conscience appelle ainsi.* »

Trop intéressé, dit-il, à la conservation de ce qu'il appelle ses *idoles*, notre « poète » s'appuie de son mieux « sur des raisons impersonnelles, *tirées de la nature même de l'objet qu'il étudie* ».

L'article de Sully Prudhomme sur *Le libre arbitre* publié dans le même recueil le 9 décembre suivant, est loin de trahir une conversion au déterminisme purement mécanique. L'auteur se demande si le substratum des faits psychiques est uniquement matériel ? « On peut en douter, dit-il, car les faits de conscience, bien que l'expérience les montre indivisément associés et même subordonnés aux faits d'ordre mécanique, y demeurent néanmoins irréductibles, ce qui, jusqu'à plus ample informé, interdit d'en identifier formellement le substratum à la matière. En réalité, le

substratum jusqu'à présent se révèle mécanique et psychique à la fois (p. 40). »

On le voit, Richet et Sully Prudhomme se donnent la main. Qu'on y regarde de près, bien d'autres sont à leurs côtés. « Devant l'incendie qui gagne le temple des divinités qu'il sert », comment Sully Prudhomme serait-il « réduit à les sauver tout seul » ? Hélas ! d'aucuns, et des plus vigoureux, se retireront quand il s'agira « d'apporter utilement leur seau à la chaîne ». La philosophie de Sully Prudhomme lui-même n'est pas fidèle jusqu'au bout. Quant à Richet, il se dérobe, dès qu'il voit sa logique le contraindre malgré lui au sauvetage de l'idole spiritualiste, l'âme immatérielle et simple. Il accepte les prémisses et rejette la conclusion. Est-ce pour un motif expérimental et par pure dialectique ? Son tour embarrassé nous le dira.

« La *vibration nerveuse*, par sa forme, par sa période, par son amortissement, peut se comparer aux autres vibrations de l'univers sans bornes au milieu duquel nous sommes jetés. Mais *il ne faut pas que cette ressemblance nous égare au point de nous dissimuler l'abîme qui la sépare de tous les autres phénomènes, lointainement analogues, accessibles à nous*. Les vibrations des forces naturelles sont très probablement des phénomènes aveugles qui ne se connaissent pas eux-mêmes et qui sont soumis à des fatalités irrésistibles. Au contraire, la *vibration nerveuse peut se connaître et se juger : elle a la conscience ou connaissance de soi. Elle peut se distinguer du monde qui l'entoure et qui l'ébranle.*

» Comme elle a l'intelligence — intelligence et conscience sont synonymes — elle est susceptible de perfection : elle est capable d'un raisonnement faux et d'un raisonnement juste : elle peut atteindre un idéal moral interdit aux autres forces brutales qui suivent fatalement leur cours : elle conçoit l'idée de vérité et de justice,

qu'il s'agisse de défendre un innocent, ou d'établir la fraternité entre les hommes.

» La vibration nerveuse de l'être humain, ce résultat dernier de l'évolution, est le terme le plus parfait des choses et des êtres que nous puissions connaître. Si vaste que soit le monde, si puissantes que soient les lumières des étoiles immenses, *l'intelligence humaine est un phénomène d'ordre supérieur*, et je serais tenté de dire avec le grand philosophe Kant : « Plus encore que le ciel étoilé » au-dessus de ma tête, il y a quelque chose qui me remplit » d'admiration, c'est la loi morale au fond de mon cœur. »

Richet admet donc, avec une loyauté qui mériterait de trouver plus d'imitateurs parmi les biologistes contemporains, les faits de conscience qui relèvent directement de l'observation, et, par l'effort le plus puissant que la science contemporaine comporte, il essaie de rattacher les actes d'intelligence et de volonté à leur cause précise. Eh bien ! pour lui, la solution serait dans la personnification du neurone ou de la vibration nerveuse elle-même ! Par malheur, il laisse à la science de l'avenir le soin de montrer que la disproportion entre la pensée et la matière, entre l'effet et la cause est, de ce chef, radicalement supprimée.

Le savant physiologiste a heurté, lui aussi, l'obstacle inébranlable que la raison commande de franchir, la borne-limite aux confins du monde de la matière et du monde de l'esprit. Il est surprenant qu'un homme de sa valeur s'attarde à vouloir l'arracher. Si « l'intelligence humaine est un phénomène d'ordre supérieur », on ne peut, sans contradiction, identifier ses actes avec la simple vibration d'une cellule ! Cette vibration, si parfaite qu'*on l'imagine à plaisir*, sera toujours hors de toute proportion avec l'abstrait, avec l'immatériel. Aurions-nous mal saisi la pensée de l'auteur et pris la métaphore pour une interprétation scientifique ?

Armand Gautier, membre de l'Institut de France, traitant le même sujet, épargne à ses lecteurs toute perplexité et tout danger de méprise. Or, ses remarquables travaux de biologie générale l'autorisent bien, à coup sûr, à formuler ses vues sur la nature de l'activité vitale à ses divers degrés.

Il faut lire son *Introduction* à la Chimie biologique parue en 1892 en tête du tome III du *Cours de Chimie*. Il faut lire surtout son article sur *Les manifestations de la vie et les forces matérielles*, publié en 1897 par la REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES. On y trouvera, traités de main de maître, plusieurs points immédiatement connexes aux sciences biologiques et que trop d'observateurs, superficiels ou partiaux, ignorent ou affectent d'ignorer de nos jours, sous le spécieux prétexte d'une méthode purement expérimentale.

Nous ne pouvons omettre d'en citer des passages importants et de résumer les autres ; car l'article se meut sur le terrain où doivent forcément se rencontrer ceux qui prétendent discuter sans parti pris la question de notre origine purement animale. Le lecteur verra mieux la position précise où Haeckel et d'autres se refusent prudemment à la lutte avec les spiritualistes.

A propos de la vie en général, Gautier observe d'abord que si la cellule, pour assimiler, se nourrir et se reproduire, est le siège de phénomènes *matériels* soumis aux lois qui régissent les corps bruts ; si elle dépense ou produit de l'énergie *mesurable* dans le laboratoire mystérieux de son protoplasme ; la *direction* de ces phénomènes, vers un but commun, leur ordre, le sens imprimé n'en sauraient dépenser, ni produire ; la *loi* qui les régit n'a et ne peut avoir aucun équivalent mécanique quantitativement *mesurable*. Il dit, avec Berthelot (1) : « L'entretien de la vie ne con-

(1) Berthelot, *Essai de mécanique chimique fondée sur la thermochimie* ; t. I, Paris, 1879, p. 91.

somme aucune énergie qui lui soit propre ». Donc les manifestations vitales d'une simple cellule vivante ne sont pas exclusivement de l'ordre physico-mécanique (p. 293).

Laissons là l'analyse ultérieure de ce caractère distinctif des êtres vivants. Il nous suffit de le constater, comme l'ont constaté, entre autres, Chevreul (1), Berthelot, Gautier et Sully Prudhomme (2). Nous serons d'autant moins surpris de rencontrer chez l'homme des phénomènes d'un ordre spécial qui paraissent, eux aussi, n'avoir avec les phénomènes matériels aucune sorte d'équivalence ; je veux parler des manifestations de la conscience : la pensée, la volonté, le sens esthétique, le sens moral.

Gautier se demande à leur sujet : Pouvons-nous rattacher ces manifestations aux forces matérielles ?

Écoutons sa réponse. Elle mérite toute l'attention de Haeckel lui-même.

« Oui, si elles sont démontrées équivaloir à une dose d'énergie mécanique, chimique et calorifique.

» La *pensée* qui voit, compare, délibère ; la *volonté* qui se détermine ; le *sens esthétique* qui juge le beau ; le *sens moral* qui perçoit un monde de sentiments que la logique n'atteint pas, manifestent en nous une ou plusieurs forces, puisque, suivant la définition de ce mot, les forces sont ce qui fait passer les objets d'un état à l'autre, et que l'être qui pense ou qui veut diffère notoirement par ce quelque chose de nouveau, de ce qu'il était avant de penser ou de vouloir.

» Mais, pour être démontrées d'*ordre matériel*, ces forces qui donnent naissance à la pensée, à la détermination d'agir, à la sensation du juste et du beau, doivent pouvoir être transformées en forces mécaniques ou en dériver ; appliquées à la matière, elles doivent faire naître de l'énergie transmuable dans les forces mécaniques,

(1) COMPTES RENDUS, t. V, p. 175.
(2) REV. SCIENT., p. 739.

calorifiques ou chimiques que nous connaissons. Or, il n'en est rien. Qu'un animal, qui consomme durant les vingt-quatre heures une quantité constante d'aliments, pense ou non, qu'il se détermine à agir ou non (pourvu qu'il n'agisse pas), qu'il soit amibe, chien ou homme, pour une même quantité d'aliments et d'oxygène consommée, il produira la même quantité de chaleur et de travail, ou d'énergie totale équivalente. Il n'y a donc pas eu, pour créer la pensée ou la détermination d'agir, détournement d'une partie des forces mécaniques ou chimiques, transformation de l'énergie matérielle en énergie de raisonnement, de délibération, de pensée. Ces actes exclusivement propres aux êtres doués de vie n'ont pas d'équivalent mécanique. « Les actes psychiques, conclut avec nous Chau-
» veau, *ne peuvent rien détourner de l'énergie* que fait
» naître le travail physiologique et qui est intégralement
» restituée sous forme de chaleur sensible (p. 294). »

Il ne s'ensuit pas que ces phénomènes soient, à tous égards, indépendants de l'ordre matériel. En effet, « lorsque les vibrations matérielles ou chimiques, provoquées par une sensation de cause physique périphérique, arrivent à notre cerveau, et qu'elles *s'y impriment*, cet effet s'accomplit dans la cellule cérébrale, grâce à une suite de modifications matérielles en équivalence avec l'énergie mécanique ou chimique qui les provoque : du glycogène, des nucléines disparaissent du cerveau, de la cholestérine, des phosphates apparaissent, le cerveau s'échauffe, etc... et l'ensemble de l'énergie représentée par les modifications de la cellule impressionnée est égal à celle qui a été transmise à la cellule. L'énergie d'excitation, en un mot, équivaut à l'énergie d'impression et de réaction dans laquelle elle se transforme. Mais *lorsque l'impression matérielle a été ainsi emmagasinée dans la cellule cérébrale, et qu'un nouvel équilibre chimique et physique s'y est établi, les faits de conscience commencent et se succèdent.*

» De l'impression naît la sensation ; elle éveille la pen-

sée, qui se développe et peut faire naître la volition. La pensée, la conclusion peut même ne se réveiller que *des années après que l'impression matérielle a été produite, et que s'est dissipé le flux d'énergie qui a traversé le cerveau.* C'est que la pensée, la volition ne sont pas l'impression, ni l'une des formes passagères et transmuables de l'énergie impressionnante. La sensation elle-même n'est pas une conséquence de l'impression qu'*elle peut ne pas suivre.* Si elle naît, elle peut éveiller la pensée, c'est-à-dire l'aperception, la *vue intérieure* des modalités de l'impression produite dans l'organe récepteur, aussi bien que des impressions antérieures. Le jugement résulte de la comparaison de ces impressions entre elles et avec des vues, (des types innés)...

» Mais ces phénomènes de conscience, de *vue intérieure* se passent dans le silence du cerveau, *après que les impressions ont été reçues...* L'impression a été matérielle, sans aucun doute, mais les modifications mécaniques ou chimiques qui l'ont produite ou accompagnée, sont depuis longtemps disparues, alors que l'esprit *peut continuer* à comparer ses impressions entre elles, et *sans qu'intervienne en rien l'énergie correspondant à ces impressions, énergie qui a quitté depuis longtemps la cellule cérébrale impressionnée.* L'acte psychique ne résulte donc pas d'une transformation de tout ou partie de l'énergie transmise au cerveau et ayant produit l'impression.

» Il serait d'ailleurs absurde de dire que la sensation d'une impression, même d'une image physique extérieure, sa comparaison avec des impressions déjà reçues et la détermination d'agir qui peut suivre la pensée ou le jugement porté, ont un équivalent mécanique : sentir, comparer, vouloir, n'est pas un *acte matériel*, et seul l'acte matériel est transformable dans les diverses formes de l'énergie qu'il représente.

» La conscience, le jugement, la pensée consistent en appréciations de formes et de rapports inscrits et conser-

vés dans nos organes ; mais ils ne sont ni des modes de l'énergie matérielle, car nous avons vu qu'*ils ne la font pas proportionnellement disparaître*, ni des conséquences directes, ou même nécessaires de l'acte matériel qui produit l'impression, ni de la sensation même. »

La pensée relative aux objets sensibles naît de la comparaison de l'impression reçue et de divers principes que cette impression réveille en nous, par exemple l'assurance de notre sens logique, de la constance des lois naturelles, etc. Or, cette assurance n'a rien à faire avec la perception sensible. « Celle-ci a simplement appelé la pensée, c'est-à-dire les comparaisons, les vues du sens intime, d'où a jailli la conclusion, l'idée nouvelle. » Ces comparaisons ne sauraient avoir d'équivalent mécanique, parce qu'un rapport n'en a pas et n'en saurait avoir.

« On objecte souvent que l'acte de penser fatigue le cerveau ; que l'homme qui pense fait effort, produit un travail, et que celui-ci est notoirement d'ordre matériel, car la substance cérébrale s'échauffe et se détruit, à peu près comme il arrive pour le muscle qui travaille. Mais, sous ce mot *penser*, nous comprenons généralement une série d'actes successifs préparatoires et matériels que *suit, sans se confondre avec eux, le phénomène psychique de la pensée*. Une première dépense physique naît de la préparation du cerveau à recevoir les impressions que lui transmet le monde extérieur, et qui vont s'imprimer dans sa substance ou l'ébranler ; ces impressions reçues ne sont efficaces que si nous conservons par un effort une sorte de tension physique de notre cerveau que réveille l'attention. Lorsqu'à la suite d'une perception nouvelle, l'idéation commence à se produire dans notre esprit, une singulière faculté nous permet, quelle que soit la multitude immense d'impressions reçues et conservées, je ne sais comme, dans les entrailles de la cellule cérébrale, de faire successivement passer le tableau de ces images actuelles ou antérieures devant les yeux du sens intime,

qui choisit celles qui sont nécessaires à sa comparaison et à son jugement. Toute cette préparation du cerveau à l'impression, l'impression elle-même, et l'effort qui retrouve et rapproche les impressions reçues pour les mettre dans un état sensible apte à la comparaison et à la vue du sens intime, tout cela constitue certainement un travail physique qui prépare l'acte de la pensée. Comment le cerveau fait-il cet effort, comment conserve-t-il ou rapproche-t-il les impressions reçues ? Nul ne le sait, et pour expliquer cette indéniable merveille, on ne saurait recourir qu'à des comparaisons. »

Le phénomène est d'autant plus surprenant que l'impression reçue reste chez l'un, s'efface chez l'autre et se montre fugace chez tous, si l'attention ne s'est pas produite.

Il y a plus. Supposez « les impressions revivifiées, rapprochées, il est des hommes qui lisent dans ces « pages » clairement imprimées ; elles font naître en eux, sans effort, la conclusion, quelquefois une de ces pensées géniales qui embrassent d'un coup d'œil les lois de la nature et qui éclairent l'humanité. Il en est d'autres qui ne retrouvent et ne lisent qu'imparfaitement ces pages imparfaitement imprimées, qui n'en tirent qu'une idée fruste, incomplète, incorrecte. Dans l'un et l'autre cas, *l'effet produit*, la vue des rapports et des lois dont ils dérivent, *le jugement*, *la pensée*, en un mot, *n'est pas proportionnel à l'effort cérébral*, au travail préparatoire, parce que l'effet de la pensée n'est pas le travail qui consiste à retrouver, revivifier, réunir les impressions antérieures pour une comparaison dont jaillira l'idée. Mais quoique indispensable, cette mise en état du cerveau, ce travail physique de recherche et de rapprochement des impressions n'est pas l'acte définitif du sens intime, le jugement, la pensée. C'est ce qu'affirme à son tour un des plus illustres mécaniciens de notre siècle, Hirn, quand il dit : « Lorsque nous nous servons des termes de *travail physique* et de *travail de tête* pour

désigner l'acte même, grâce auquel s'engendre un phénomène dynamique ou une pensée, nous nous servons probablement d'expressions des plus correctes ; mais *lorsque nous étendons le terme de « travail » intellectuel au produit même de l'acte cérébral* (à la pensée), *nous ne recourons plus qu'à une métaphore* (p. 296). »

L'analyse du mathématicien est d'accord avec celle du biologiste. Gautier lui-même l'observe.

Il faudrait citer jusqu'au bout cette page magistrale. On rencontre trop rarement une critique si judicieuse unie à une science de si bon aloi. Passant de l'analyse des actes de l'intelligence à celle des actes de la volonté, Gautier y trouve une nouvelle preuve de l'immatérialité du principe qui, en nous, pense et veut. Nous signalons le fait sans insister, car la question de l'âme spirituelle et libre sera prochainement l'objet d'un article spécial dans la REVUE.

Voilà donc un savant de grande valeur qui, sous la pression des faits jugés avec une compétence indiscutée, penche résolument vers les doctrines spiritualistes. Il est bien temps, ce semble, de renoncer une bonne fois à représenter la théorie mécanique et déterministe comme la seule compatible avec la science !

Sans doute, Gautier ne se prononce pas sur la nature de l'agent dont dépendent les manifestations immatérielles de la vie. On ne peut y voir qu'un signe de bonne foi et de sincérité, car une longue suite de déductions peut seule éclairer ce problème ardu. Or le savant, comme tel, ne doit pas rechercher les dernières conséquences des faits qu'il observe : il a le droit de laisser à d'autres un domaine voisin qu'il n'a pas exploré.

Mais s'abstenir n'est pas nier. Aussi Gautier ne nie point l'âme : il s'en faut. D'autre part, il accepte tous les faits, *les faits de conscience* aussi bien que les faits du monde extérieur.

« Le monde de l'esprit, dit-il, se manifeste à nous par ses phénomènes, comme se manifeste celui de la matière et, à tout prendre, on aurait tort d'affirmer celui-ci à l'exclusion de celui-là, car il n'est pas moins mystérieux ni plus accessible à notre entendement...

» La vraie science ne saurait rien affirmer, mais aussi rien nier au delà des faits observables, et c'est une science à rebours que celle qui ose assurer que seule la matière existe et que seules ses lois gouvernent le monde (p. 297). »

Revenons à Haeckel. Que dit-il, lui, de la genèse de la pensée et de ses causes ? La met-il, comme Sully-Prudhomme, sur le compte d'un substratum encore mal défini, peut-être indéfinissable, mais distinct de la matière ? Personnifie-t-il le neurone pensant ou même la vibration pensante, à la façon de Richet ?

Il nous fait grâce d'un nouveau système et ne traite pas la question. Haeckel qui promettait, avec grand fracas, « la comparaison critique, *impartiale* de *toutes* les fonctions vitales - (p. 19), ignore donc les phénomènes psychiques ; il ignore la parole articulée, et les prérogatives évidentes de l'intelligence et de la volonté.

Dans les *douze lignes* (!) qui ont trait au langage et à la raison (p. 20), il se borne à citer les sons imparfaits émis par les singes et par les jeunes enfants ; il cite les cris des animaux sociaux, le chant modulé de certains oiseaux, et la musique du gibbon chanteur qui commence par le son fondamental E, et remonte toute l'échelle chromatique d'une octave entière, en donnant des sons très purs espacés de demi-tons très réguliers.

C'est tout. Périssent les faits que Gautier a cru ne pouvoir méconnaître ! On n'en a que faire pour prouver la thèse. Ne valait-il pas mieux, protagoniste de la « science à rebours », nier l'âme au nom des sciences anatomiques et physiologiques ?

Sully Prudhomme a une comparaison charmante pour stigmatiser cette attitude systématiquement rétrograde, ces vues étroites de l'École haeckelienne et des déterministes.

« Supposons que, sur un billard, les billes aient été mises en mouvement par un joueur, et que, parmi les microbes recélés par le duvet du tapis, il y en ait qui soient doués d'intelligence et cherchent à explorer et à s'expliquer leur milieu ; supposons, en outre, que le coup de queue ait précédé leur apparition et que la portée de leurs moyens d'investigation ne dépasse pas le périmètre et le niveau des bandes. La vitesse et la direction imprimées aux billes, les rencontres de ces sphères énormes leur paraîtront soumises au déterminisme, et ils pourront étudier et formuler les lois du choc et de la déviation angulaire qui en résulte pour les trajectoires des billes, réserve faite toutefois du cas singulier de certains *effets* de recul et d'incurvation qu'ils se promettront d'expliquer quand la science sera plus avancée. En somme, pour ces microbes intelligents, tout se passera comme si l'initiative du joueur, la préparation du coup par sa pensée, sa résolution enfin mise à exécution par son bras avec la queue de billard n'existaient pas ; mais en réalité, tout ne se passe pas ainsi ; ils auront fait la théorie purement mécanique, c'est-à-dire la science positive du carambolage. Il restera, pour l'expliquer intégralement, à en faire la métaphysique, à montrer qui a construit le billard, tissé le tapis, tourné les billes en vue des carambolages et, par une préméditation spéciale, institué aussi dans chacun de ceux-ci la finalité. L'œuvre scientifique de ces minuscules déterministes aura été à la fois *irréprochable* et *insuffisante* (1). »

Insuffisante aussi la philosophie moniste, et au même titre. Un effort sincère et une tactique loyale inspireraient

(1) p. 741.

de l'indulgence pour ce vice fondamental ; mais comment déclarer irréprochable l'œuvre scientifique d'un naturaliste qui, sous prétexte de « science positive, purement expérimentale », prétend niveler au ras de la plaine les hauteurs de la psychologie qui lui barrent l'horizon, par le seul motif que son apriorisme est impuissant à le conduire à leur sommet ?

C'est le microbe qui, pour éclairer sa situation, se contenterait — s'il en était maître — de restreindre le périmètre du billard et d'abaisser le niveau des bandes.

Laissons-lui ces mesquines manœuvres : il est temps de clore ce chapitre et de montrer Haeckel en possession des données les plus récentes de la paléontologie anthropologique.

IV

LA PALÉONTOLOGIE

Les fossiles sont les « archives de la création ». Confirment-ils l'hypothèse si discutée de l'origine simienne de l'homme ?

« *A mon avis*, dit Haeckel, *la réponse est incontestablement affirmative....* Les fossiles découverts récemment ont une valeur phylogénique dont l'importance ne saurait être estimée trop haut. Le plus intéressant d'entre eux est le célèbre *pithecanthropus erectus*, découvert à Java en 1894 par Eugène Dubois (p. 24). »

Nous avons déjà entretenu le lecteur de cette découverte (1). Il s'agit d'une calotte crânienne, d'un fémur et de deux dents rencontrés à Trinil au cours de travaux de terrassement sur le Bengawan, rivière de l'île de Java, et dans lesquels quelques auteurs croient reconnaître les restes d'une forme de passage de l'anthropoïde à l'homme.

(1) REV. DES QUEST. SCIENT., avril 1895, p. 421, note.

Dubois, Schwalbe et Manouvrier ont publié des études considérables sur le sujet. Plusieurs congrès s'en sont occupés. Au Congrès zoologique de Leyde, surtout, la discussion a été vive, grâce à la présence de Rudolf Virchow, le célèbre pathologiste berlinois, l'irréductible adversaire des théories évolutionnistes.

Dans le mémoire lu à Cambridge, Haeckel rencontre un certain nombre des arguments apportés par Virchow et défend contre ce dernier la nature intermédiaire du *pithecanthropus*.

« Virchow avait affirmé que la calotte crânienne et le fémur n'appartiennent pas au même individu, que la première provient d'un singe, le second d'un homme. Cette proposition, au dire de Haeckel, fut aussitôt réfutée par les paléontologistes *compétents* qui étaient présents (p. 27). »

Acceptons le fait, de confiance. Il est loin de lever tout doute. Car, abstraction faite des caractères anatomiques qui rangent le plus grand nombre d'auteurs à l'avis de Virchow, on peut observer, à tout le moins, que le fémur et la voûte du crâne furent trouvés à une distance horizontale de 15 mètres.

L'excroissance osseuse du fémur avait été présentée par Virchow comme preuve de son origine humaine. Or le paléontologiste Marsh montra toute une série d'exostoses semblables sur des fémurs de singes vivant à l'état sauvage. Il n'y a donc rien à tirer de cette anomalie que tous regardent comme pathologique.

« Virchow avait émis l'idée que le sillon profond qui existe entre le bord supérieur des orbites et la voûte surbaissée du *pithecanthropus* — signe d'une conformation très primitive des fosses temporales — décidait de la nature simienne de ce crâne et que cette forme ne se rencontre pas chez l'homme. Peu de semaines après, le paléontologiste Nehring montra une conformation de tous points pareille, sur un crâne humain provenant de Santos (Brésil) (p. 27). » On ne saurait nier que la calotte crânienne rappelle celle de Néanderthal : même type dolichocéphale

avec front fuyant et les arcades sourcilières en saillie ; mais le rétrécissement postorbitaire est plus sensible. L'état incomplet de la pièce ne permet d'évaluer la capacité crânienne qu'approximativement et par comparaison. Elle serait voisine de 1000 centimètres cubes, inférieure, par conséquent, de 220 centimètres à celle du crâne de Néanderthal, et supérieure de 379 centimètres à celle du crâne du plus grand gorille. Il est intéressant de rappeler à ce propos le minimum de 1150 centimètres, donné par Broca comme compatible avec l'intelligence humaine.

Le crâne du pithécanthrope supposé est dépourvu de la grande crête osseuse médiane qui s'observe sur le crâne des autres anthropoïdes. Sous ce rapport il se rapproche du crâne humain. Haeckel en conclut, naturellement, qu'il appartient à une véritable forme de passage de l'anthropoïde à l'homme. D'autres l'attribuent à un microcéphale idiot d'un type exceptionnellement aberrant, et se prononcent pour le facies incontestablement humain.

Les dents se font remarquer par leur grande dimension et l'écartement de leurs racines. Leur forme les rapproche beaucoup des dents de l'Australien et du Nègre, et les éloigne de celles de l'Européen. Pour se former une opinion au sujet de leur origine probable, il importe de noter que les grosses molaires sont extrêmement variables de structure et de taille chez l'homme actuel.

Les débats, orageux parfois, dont la trouvaille de Dubois a fait tous les frais, n'ont pas abouti à un résultat définitif et universellement accepté. Dans son livre sur *La Formation de la Nation française* (p. 222), de Mortillet résume les appréciations de 21 auteurs de nations diverses dans le tableau suivant :

Indication des pièces	Attribution a l'homme	Attribution a une forme de passage	Attribution aux singes
2e molaire	»	5	2
3e molaire	4	8	6
Fémur	13	6	1
Calotte crânienne	6	8	6

Il résulte de cette statistique et des observations faites plus haut, que le fémur est très probablement humain. Sans l'attribuer à l'homme et pour prouver la position intermédiaire du *pithecanthropus*, Haeckel lui-même insiste sur la forme « *tout humaine* du fémur ». Cette pièce se prête donc aux hypothèses les plus contradictoires. Le crâne seul est d'un intérêt réel.

Le niveau stratigraphique du gisement n'est pas rigoureusement déterminé et il est fort douteux que les quatre pièces trouvées aient appartenu à un même individu. En présence de telles données, il faut conclure, ce semble, avec Haeckel (p. 25), que « ces restes étaient trop incomplets *pour permettre d'asseoir un jugement définitif* ».

Aussi, avec quelle stupéfaction ne lit-on pas, cinq lignes plus bas à la même page, et sous la plume du même Haeckel : « *D'après les simples lois de la logique*, cette *seule* conclusion me semble justifiée : le *pithecanthropus erectus* de Dubois fait partie de ce groupe éteint, qui marquait le passage du singe à l'homme, et auquel j'avais, dès 1866, alors qu'il n'était encore qu'hypothétique, donné le nom de *pithecanthropus*. C'est l'anneau tant désiré qui manquait encore à la chaîne des primates les plus élevés, le *missing link* suivant l'expression des Anglais. »

Haeckel seul est capable de pareilles audaces ! Du coup, il a noblement conquis le droit de s'octroyer le monopole de « l'étude sans parti pris », de la « compétence » (p. 27), de la « critique objective » (p. 55) ! Quant à Virchow, qui ne partage pas ses extravagances, il « n'a plus la moindre compréhension de l'anatomie comparée, ni de la zoologie systématique, ni des faits les plus importants de la paléontologie et de l'ontogénie comparée » (p. 58). « Il est d'autant plus pénible de constater ce fait connu depuis longtemps *(sic)* que, il y a un demi-siècle, les convictions du jeune Virchow étaient tout autres, et diamétralement opposées à ses idées plus récentes... Lorsqu'en 1856, Virchow se fut transporté de

Wurzbourg à Berlin, on le vit s'éloigner progressivement des doctrines monistes et passer finalement dans le camp du dualisme mystique (p. 58) ». De quel poids peut être l'autorité d'un naturaliste si compromis, « dans la plus sérieuse de toutes les discussions », celle qui a trait à la « question suprême » (p. 57), fût-il d'ailleurs le fondateur de la pathologie cellulaire, le disciple de Müller et l'émule des grands histologistes Kölliker et Leydig ?

Haeckel tresse une couronne à Dubois, parce qu'« il a éclairé d'une façon très intelligente les relations du *missing link*, cet être intermédiaire, d'une part avec les races humaines inférieures, et d'autre part avec les diverses espèces d'anthropoïdes connus et avec la forme ancestrale commune et *hypothétique* du groupe entier des anthropomorphes. Il nomme cette forme *prothylobates* (gibbon primitif); *elle doit avoir eu* essentiellement la même conformation physique que le gibbon actuel *(hylobates)* de l'Asie méridionale et que le *pleopithecus*, dont les restes fossilisés se trouvent dans le tertiaire moyen de l'Europe centrale » (p. 25).

La manière même dont l'auteur s'exprime, nous prévient que nous sommes en plein sur le terrain des hypothèses. Nous y restons pour la reconstitution de notre lignée ascendante. En effet, il est admis — même par Haeckel (p. 43) — que les anthropoïdes ne sont pas nos ancêtres. Tout au plus sont-ils nos cousins. Et si le *pithecanthropus* est notre aïeul, il ne faut y voir que le *missing link* (!) *hypothétique* entre plusieurs formes *hypothétiques* qui nous rattachent à l'ancêtre commun, *encore hypothétique lui aussi*, de l'homme et des primates.

Nous ne nierons pas l'ingéniosité avec laquelle Haeckel réussit, surtout par la considération de la formule dentaire, à remonter plus haut dans la série de nos ancêtres jusqu'aux prosimiens du début des temps tertiaires. Toutefois, les hypothèses accumulées à cet effet lui permettent

elles de dire que « l'unité phylétique du groupe des primates, depuis les lémuriens jusqu'à l'homme, est *un fait bien établi* » ? Lui permettent-elles surtout de déclarer « qu'il ne manque plus d'anneau à la chaîne » (p. 30) ?

Inutile de suivre Haeckel plus loin. Il reconnaît que pour la période secondaire les archives paléontologiques présentent des lacunes regrettables, et que, si les fossiles des terrains primaires ont permis de retrouver les principaux stades de l'évolution des vertébrés, « bien plus obscure est la partie la plus ancienne de notre généalogie, celle qui a trait aux ancêtres invertébrés des vertébrés ; au point que le témoignage de la paléontologie ne peut plus être invoqué et qu'on en est réduit à se contenter des deux autres sciences auxiliaires de la phylogénie, l'anatomie comparée et l'ontogénie » (p. 35). Personne ne niera l'intérêt des enchaînements de formes mis en lumière par von Baer, Bischoff, Remak, Kölliker, Kowalewsky et d'autres. On peut espérer que leurs émules, les pionniers de la science de demain, sauront combler les lacunes du bas de l'échelle. Encore conviendra-t-il de se rappeler qu'un rapprochement, pour être curieux et instructif, ne supprime pas aussitôt les difficultés que soulève la doctrine évolutionniste en général sur le terrain des faits.

Voilà le vrai bilan de nos connaissances scientifiques sur l'origine de l'homme : il est très modeste. Haeckel seul ne le pense point. A l'entendre, si nous saisissons d'un regard toutes les preuves empiriques de l'anthropogénie, nous sommes en droit de dire aujourd'hui : *La descendance de l'homme d'une série de primates tertiaires éteints n'est plus une vague hypothèse, mais bien un fait historique* (p. 38).

Si l'on tient compte de cette manie de l'hyperbole, on comprendra que le professeur d'Iéna ait pu écrire à propos de l'accueil trouvé à Cambridge : « Mon mémoire, lu le 26 août 1898 devant un auditoire très nombreux, eut

un grand succès. On ne lui opposa aucune des contradictions auxquelles il pouvait donner lieu et qu'on attendait de divers côtés (p. 11. Introd.). »

Ce silence, dont Haeckel se prévaut aujourd'hui avec une simplicité naïve, était-ce bien le silence de l'approbation? Il est permis certes d'en douter. En présence du professeur d'Iéna, traitant de la « question suprême », les membres du Congrès avaient tant de bonnes raisons de se taire. Pourquoi provoquer une esclandre?

Le nom, l'âge et les titres du conférencier; sa délégation officielle par un gouvernement étranger; ses relations avec les premiers darwinistes; ses idées philosophiques et son ardeur antireligieuse; le fond et le ton du mémoire; la multiplicité des points touchés, tout rendait la discussion impossible, inutile. Les préoccupations étrangères à la science se trahissent à chaque page. Qui pouvait, de gaieté de cœur, aller buter contre un parti pris devenu inconscient par les luttes passionnées d'un quart de siècle?

Au fond, Haeckel ne désirait pas la discussion. Que lui importaient les savants de Cambridge! Il ne pouvait rien leur apprendre, ni se flatter de les gagner. Atteindre par delà, avec une autorité accrue en apparence, la masse du grand public, voilà son seul et vrai but. Il ne s'en cache pas.

Dans son Introduction, il souhaite que son mémoire « puisse *remplir son but* et amener, *même dans les sphères les plus vastes*, la conviction de *la certitude positive* avec laquelle nous regardons *comme démontré scientifiquement* que l'homme est issu d'une série de primates » (p. 12, Introd.). Dès lors il fallait, non des démonstrations — elles ne sont ni comprises, ni faites d'ailleurs — mais des affirmations catégoriques et tapageuses. Cela produit toujours de l'effet, pourvu que l'orateur y mette un peu d'art et beaucoup de conviction.

Or la conviction de commande n'a jamais fait défaut à Haeckel. Cette conviction l'a-t-il communiquée à l'auditoire si indulgent de Cambridge? En tout cas, le rapport

du Congrès, paru dans NATURE (1), l'une des meilleures revues scientifiques anglaises, *précise* les vues de l'auteur au sujet de l'enchaînement des formes à partir des poissons dévoniens, et *indique à peine* la thèse *principale* au sujet de la descendance de l'homme. Voici mieux.

La veille du jour où Haeckel prit la parole dans les sections, la présentation des notabilités du Congrès au vice-chancelier avait été faite par le président, le docteur Sandys. Cet acte officiel, écrit en latin selon l'usage, va nous renseigner sur le *genre de notoriété* acquis au professeur d'Iéna par ses publications antérieures, dont le discours de Cambridge n'est que l' « extrait condensé ».

« L'Allemagne nous a envoyé... l'*audacieux* artisan d'un travail immense où *il s'est efforcé de rechercher* l'origine de tous les animaux à partir de leur première souche... Nous saluons l'homme qui se souvint qu'à l'aurore des temps toute chose resta sans nom, jusqu'à ce que l'invention de la parole et du langage permît de noter les sons et les pensées. Recommandable à d'autres titres, il l'est surtout parce que, *doué de vivacité d'esprit, il a inventé tant de noms*, et que (pour me servir encore une fois de l'expression d'Horace) il a tant de fois enrichi sa langue maternelle. Je vous présente un homme qu'il suffit de nommer, ERNEST HAECKEL (2). »

N'est-ce pas l'écho de la justification tentée par Charles Martins dans sa préface à l'*Histoire de la Création* pour faire accepter le galimatias de Haeckel, que Vogt déclare ne comprendre que le dictionnaire grec à la main? N'est-

(1) NATURE, sept. 1, 1898.

(2) « Germania ad nos misit... operis immensi conditorem audacem, in quo animalium omnium ortum ab origine ultima indagare est conatus... Salutamus virum, qui in ipsa rerum origine recordatus omnia muta mansisse, « donec verba, quibus voces sensusque notarent, nominaque invenere », idem ... ob eam inter alias causam laudatur, quod ingenio vivido praeditus, tot nomina invenerit, — quod totiens (ut Horatii verbis denuo utar) « sermonem patrium ditaverit et nova rerum nomina protulerit ».

» Duco ad vos virum quem nominare satis est, ERNESTUM HAECKEL. » (NATURE, *loc. cit.*, p. 428).

ce pas — avec la sourdine de la courtoisie académique — le persiflage malicieux de l'inventeur du *Monisme*, de la *Périgénèse des Plastidules* et de la *loi du Pithécomètre ?*

Un naturaliste qui abuse de son talent comme Haeckel, mériterait une correction plus sévère. En tout cas, on est heureux de le constater, son prosélytisme *antiscientifique* est stérile dans les milieux « intellectuels » (1). Il l'est moins, sans doute, parmi les foules qui ne savent pas distinguer le savant du sectaire. Il faut, en leur faveur, démasquer la fourberie. C'est servir à la fois l'humanité et la science.

FR. DIERCKX, S. J.

(1) Avec le Dr Laloy, dont la préface au discours de Haeckel nous a déjà permis d'apprécier la « parfaite » intégrité scientifique, Jules Soury s'est fait, en France, le porte-voix du bruyant conférencier de Cambridge (REV. GÉN. DES SC. PURES ET APPL., t. X, 1899, p. 50). Il est intéressant de voir cet auteur maintenir avec « son cher maître » (p. 51) que « la descendance de l'homme de primates tertiaires éteints *n'est plus une hypothèse, mais un fait historique* » *constaté* avec assurance et *prouvé* avec certitude (p. 55), alors qu'en résumant le discours, il soustrait *délicatement* les deux principales preuves sur lesquelles s'appuie toute la thèse.

Soury en effet l'observe avec nous, « la théorie de Flechsig », qui fournissait à Haeckel *les seuls instruments réels de notre vie psychique* (mém. p. 23), « a déjà été profondément modifiée aujourd'hui » (p. 51).

Quant au *pithecanthropus*, notre critique a la prudence de ne pas se prononcer : il se borne à citer les appréciations très bigarrées de divers auteurs. Or, l'ensemble dégage très nettement cette conclusion de Topinard : « Aucun type intermédiaire entre l'homme et les primates ne s'est révélé encore, et toutes ces hypothèses d'*anthropopithecus* ou de *pithecanthropus* ne sont que des conceptions prématurées ». (L'ANTHROPOLOGIE, 1895, p. 607).

Décidément, les docteurs Laloy et Soury gagneraient à s'interdire certains travaux où le parti pris les expose davantage à rompre avec les faits et avec la logique.

LES

VICTIMES DE L'ÉLECTRICITÉ[1]

Un auteur, dont la plume était plus féconde que l'esprit, et qui revenait fréquemment sur la même question, prétendait qu'on a le droit de traiter trois fois le même sujet, parce qu'on a toujours la ressource de dire, de redire et de se dédire. J'invoque le même argument en reprenant une étude que j'ai déjà publiée dans cette même Revue et sous le même titre (2), et je demande qu'on me le pardonne en considérant que mon premier article a dix ans de date et que, depuis lors, l'électricité a progressé à pas de géant. Je ne serai donc guère exposé à me redire, et, si je me dédis, ce ne sera que pour modifier certains aperçus en m'appuyant sur des faits et sur des arguments nouveaux.

La question est malheureusement une de celles qui doivent préoccuper l'opinion le plus vivement, car les dangers auxquels nous sommes tous exposés se multiplient au fur et à mesure que l'électricité développe ses applications. Elle est un si merveilleux transmetteur et distributeur d'énergie, que notre civilisation est condamnée à lui faire une place qui grandit tous les jours; ses conducteurs envahissent tout, ils courent le long de nos rues, de nos routes, de nos voies ferrées et de nos canaux et

(1) Conférence faite à l'assemblée générale de la Société scientifique de Bruxelles, le mardi 24 avril 1900.

(2) Revue des Questions scientifiques, n° du 20 juillet 1889, t. XXVI, p. 5.

pénètrent dans tous les recoins de nos habitations. Le péril augmente doublement avec l'étendue des lignes, parce que les chances d'accidents croissent proportionnellement à la longueur des fils suspendus sur nos têtes, et parce que les volts croissent eux-mêmes avec cette longueur et grandissent encore les risques encourus. L'emploi plus fréquent des courants alternatifs aggrave d'autre part les conséquences d'une erreur, d'une imprudence ou d'un contact fortuit.

Faire connaître la nature des dangers auxquels nous sommes exposés, indiquer les moyens de nous en prémunir et apprendre à tous la manière de sauver ceux qui ont eu le malheur d'être frappés, voilà le triple objet de ce travail. A défaut de tout autre attrait, son utilité soutiendra l'attention des lecteurs. Nous espérons que les deux derniers chapitres corrigeront favorablement l'impression pénible que le premier pourrait produire sur leur esprit.

I

LES ACCIDENTS

Le douloureux récit que j'entreprends de faire des accidents divers causés par l'électricité ne serait pas justifié, s'il ne s'en dégageait un enseignement; or, la leçon ne peut être profitable qu'à la condition d'être présentée avec méthode. Efforçons-nous donc de classer les faits par catégories, en réunissant ceux qui appartiennent à la même espèce et qui doivent être attribués aux mêmes causes.

Et d'abord, nous constatons par les statistiques que les employés et ouvriers des stations et des lignes de distribution sont les plus éprouvés; malgré leur habileté et leur expérience, en dépit des précautions qu'ils prennent et qui

leur sont imposées par leurs administrations, il en est toujours qui commettent une imprudence ou une maladresse, ou qui sont frappés par l'imprudence ou la maladresse de leurs compagnons. Une manœuvre intempestive ou irrégulière d'un appareil suffit, en effet, pour causer un irréparable malheur, et un oubli d'un instant peut avoir les plus effroyables conséquences. Je vais en citer quelques exemples, que je choisis entre beaucoup d'autres (1).

Il y a des accidents qui sont dus à un malentendu : la station centrale fournit du courant à une section sur laquelle des électriciens sont occupés à effectuer une réparation; ces chocs sont toujours graves, parce que les victimes ne prennent alors aucune précaution, sur la foi des conventions, et qu'elles sont frappées généralement dans les conditions les plus défavorables. Comme ces cas ne comportent aucune déduction utile et pratique, nous nous contenterons de les signaler.

Voici, au contraire, des faits accidentels dont il est bon de connaître toutes les circonstances pour s'en garer.

A Southampton, dans le courant de décembre 1898, un ouvrier recevait l'ordre d'aller refaire une jonction sur une canalisation à basse tension, à la traversée d'un coffret, qui servait à la basse et à la haute tension. Or, contrairement à ce que l'on croyait, la perte était sur le fil primaire, à 2000 volts. Le malheureux, confiant dans les indications reçues, omit de se couvrir les mains de gants de caoutchouc avant de toucher le coffret et il tomba foudroyé. Les soins les plus énergiques ne purent le ranimer.

L'accident survenu en 1894 à Saint-Denis, sur la ligne de la station d'Épinay, est devenu classique par le récit que M. d'Arsonval en a fait à l'Académie des Sciences (2)

(1) C'est le plus souvent dans les faits-divers des journaux que j'ai recueilli les récits qui suivent : je les rapporte tels que je les ai lus, sans me porter garant de leur exactitude, et en formulant les plus expresses réserves relativement aux jugements qui ont pu être portés sur les causes des accidents et sur les responsabilités encourues.

(2) COMPTES RENDUS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES, 21 mai 1894.

et par l'heureux résultat obtenu à la suite d'un traitement rationnel et énergique. A l'endroit où ce drame s'est produit, les trois fils de la distribution sont portés par un potelet, scellé dans un mur, à 6 mètres au-dessus du sol. Un ouvrier était à cheval sur la barre de scellement inférieur ; sa main vint à toucher un des conducteurs, tandis qu'un fil téléphonique, qu'il devait poser, s'appuyait sur cette barre de scellement et prenait contact avec un des trois conducteurs. Le courant se ferma à travers son corps, entrant par une main et sortant par la cuisse, en court-circuit. La tension du courant était de 4500 volts et la fréquence a été estimée à 55 ; le patient y resta exposé plusieurs minutes, car le conducteur des machines d'Épinay, voyant des étincelles au collecteur, s'était douté d'un accident et avait téléphoné à La Chapelle d'arrêter, ce qui prit un temps assez long. L'homme ne donnait plus signe de vie quand on le descendit sur le sol, une demi-heure après l'accident; on le sauva néanmoins, comme nous le raconterons plus loin.

A Charmanvillers, près de Besançon, des ouvriers relevaient un ancien câble, remplacé par un nouveau, qui courait parallèlement au premier : le nouveau câble était alimenté de courant. En tirant sur l'ancien câble, un électricien le fit toucher à la ligne et il fut terrassé par la décharge ; son aide reçut lui-même une commotion terrible, et ce fut à grand'peine qu'il put être ramené à la vie.

Dans la station de la *Metropolitan* d'Oxford Street, à Londres, un ouvrier électricien glisse sur le parquet et tombe contre un tableau de distribution à 1000 volts : on le trouva mort dans une position inclinée, témoignant de l'intensité foudroyante du choc.

Un abonné de la NATURE, attaché à la légation de France à Guatémala, transmit à cette intéressante revue le récit d'un fort curieux accident. Un vautour, poursuivant sa proie, s'engagea étourdiment entre deux conducteurs électriques à haute tension, se trouva pris et se mit

à flamber. Un électricien crut pouvoir, sans danger, dégager l'animal en le tirant par les pattes, et il fut foudroyé. Le narrateur ajoutait que c'était le quatorzième agent de la Compagnie tué dans l'espace d'une année : nous aimons à croire que l'affirmation est exagérée.

Il nous serait malheureusement facile de multiplier ces exemples d'ouvriers et d'agents atteints en faisant leur service : mais il faut reconnaître, et cette constatation est encourageante, que les accidents de ce genre deviennent plus rares, par suite d'une expérience plus longue, d'une instruction professionnelle plus développée et de précautions plus grandes imposées au personnel.

Les conducteurs d'appareils électriques dans l'industrie sont aussi largement représentés dans notre lugubre statistique.

Aux mines de Marles, le conducteur d'une berline fut serré contre un mur, le long duquel couraient deux conducteurs nus parcourus par un courant continu ; son torse forma court-circuit entre les fils et il fut atrocement brûlé. La colonne vertébrale fut sectionnée par le trait de feu dans des conditions horribles que la plume ne saurait décrire.

Un mécanicien préposé dans une usine à la manœuvre d'un pont roulant, actionné par des courants triphasés, présentant une tension de 200 volts entre leurs phases, vint à toucher de la tête un des fils de la canalisation, et il ressentit une forte secousse; instinctivement il porta les mains en avant et saisit énergiquement deux fils, qu'il ne put plus abandonner. Il resta donc suspendu par les bras, en poussant des cris désespérés. Un camarade, accouru au secours, ne put lui faire lâcher prise et l'on fut obligé de courir au commutateur pour interrompre le courant. Il fallut plusieurs minutes pour cela : néanmoins la malheureuse victime put descendre seule du pont roulant ; elle perdit connaissance en touchant le sol, mais il suffit de lui faire absorber quelques gouttes d'éther

pour lui faire reprendre connaissance et elle en fut quitte pour la peur.

Il semblerait résulter de ce récit qu'un courant alternatif sous 200 volts de tension ne soit pas homicide ; voici, au contraire, un accident mortel occasionné par un courant alternatif à 110 volts. Il s'est produit à Wilmington, aux États-Unis. Un ouvrier, soigneux et prudent, faisait une connexion au sommet d'un poteau, quand il poussa un cri et retomba sur les fils : les soins qui lui furent prodigués ne purent le sauver. On constata de légères brûlures, l'une au bras droit, l'autre dans la région du cœur et l'on fut amené à penser que la mort était due à ce que le courant avait traversé le cœur et à ce que son action s'était prolongée trop longtemps. La victime était un cycliste habile et un *recordman* réputé, ce qui semble donc indiquer qu'il avait le cœur sain et exclut toute explication personnelle de ce chef ; il ne présentait, d'ailleurs, aucune tare accidentelle et ne s'adonnait pas aux boissons fortes, ce qui exclut l'hypothèse de l'alcoolisme. La mort doit, par conséquent, être attribuée à la trajectoire du courant dans le corps.

Le chemin parcouru par le courant et la nature des organes intéressés sont, en effet, des éléments importants pour la gravité des accidents.

Les courants continus à 220 volts peuvent eux-mêmes donner lieu à des troubles mortels, quand les conditions sont favorables au passage du courant ; tel est le cas de cet électricien qui, travaillant à des lampes à arc à Bradfort, reçut par les deux mains une secousse dont il ne se releva pas. L'enquête du *Board of Trade* établit que la victime avait les pieds trempés et qu'elle se trouvait sur un sol humide et conducteur. Le rapport médical constata que le corps ne présentait aucune trace de brûlure, mais que le malheureux était mort par arrêt du cœur.

Le docteur Kretzmer, de Liegnitz en Silésie, rapporte au contraire un exemple d'innocuité relative d'un fil de

tramway à 600 volts, qui tomba sur la tête d'un conducteur de voiture : le malheureux fut renversé sans blessure grave, mais il éprouva aux yeux la sensation que produiraient des paupières irritantes et il perdit presque entièrement la vue ; une heure après le choc, il se déclarait une paralysie du côté droit, à la suite de troubles spasmodiques inquiétants. La paralysie a disparu par la suite, mais la cécité a été incurable.

Les exemples qui précèdent font ressortir le double caractère subjectif et objectif des phénomènes qui se produisent dans le choc électrique ; tel courant, continu ou alternatif, à basse ou haute tension, épargne ou tue, suivant les circonstances du contact, la nature des organes traversés par le courant et l'état de la victime.

Le LANCET, célèbre journal médical anglais, rapporte un accident dont les détails sont aussi instructifs qu'intéressants. Un ingénieur électricien était monté sur une chaise pour manœuvrer un commutateur élevé, placé sur un circuit de 60 lampes à arc montées en série, alimentées par un courant alternatif dont le voltage atteignait par conséquent pour le moins 3000 volts. Par inadvertance, il appuya une main sur la boîte métallique d'un ampèremètre, accidentellement en contact avec les conducteurs, tandis que son autre main touchait une colonne de fonte : le courant le traversa donc en passant d'une main à l'autre. Il reçut un choc formidable, à la suite duquel ses mains se crispèrent et ses avant-bras se replièrent douloureusement contre la poitrine : il lui sembla, ainsi que cela a été raconté par plusieurs victimes frappées dans des conditions analogues, qu'il pouvait compter les phases de l'alternateur, qui étaient pourtant de 83 par seconde, et il lui parut qu'il était resté soumis durant un temps très long à l'action du courant, alors que cependant le contact avait été fort court. Il ne reprit la liberté de ses mouvements qu'au bout de trois minutes ; on ne constata sur ses mains que des brûlures sans gravité et l'accident ne laissa

aucune suite fâcheuse : au contraire, le sujet déclara que son état général de santé s'était amélioré. On ne dit pas qu'il a recommencé l'expérience.

Le contact fortuit d'engins conducteurs en fer avec des canalisations électriques, a causé fréquemment de douloureuses surprises aux ouvriers imprudents, maladroits ou mal dirigés. A Roubaix, une chaudière que dix chevaux conduisaient à destination, heurte le réseau des fils aériens du tramway : les hommes en sont quittes pour une secousse, mais la décharge fait plusieurs victimes parmi les chevaux, que la nature a rendus particulièrement sensibles à l'électricité. A Braddock, en Pensylvanie, des ouvriers qui manœuvraient un pont roulant déterminent un contact avec un fil à haute tension et deux d'entre eux paient cette imprudence de leur vie. Dans une ville d'Amérique, à Omoha, un incendie éclatait dans une maison élevée à nombreux étages, qui rendit nécessaire l'emploi d'une échelle en fer extensible; en la développant, on la fit toucher contre les conducteurs du secteur d'éclairage transmettant un courant alternatif à 2000 volts. Les quatre pompiers qui manœuvraient l'appareil, en tournant une manivelle placée au niveau du sol, reçurent la décharge et furent tués raide ; plusieurs de leurs compagnons étaient en même temps grièvement blessés par le choc électrique. Je pourrais multiplier ces citations, mais ces récits peu variés ne comportent pas de conclusions bien pratiques.

Le personnel des télégraphes et des téléphones est particulièrement exposé par le voisinage des canalisations servant au transport de l'énergie par l'électricité. Voici un genre d'accident assez commun causé par les fils aériens d'une ligne de tramways à trolley : il s'est passé à Walsall, près de Londres. Un employé de la Compagnie des téléphones, occupé à réparer un conducteur, le laissa pendre en travers du fil du tramway, qui le croisait en dessous, et le câble glissa sur le sol, sans perdre contact

avec la ligne : un cheval vint s'y enchevêtrer et il fut tué sur le coup.

Accident analogue se produisit, en 1897, près du Jardin Botanique de Bruxelles, à la suite de la rupture d'un fil téléphonique, qui tomba sur le réseau aérien des tramways: deux chevaux vigoureux, attelés à un lourd chariot, s'engagèrent dans les spires du fil et s'abattirent sur le pavé. Les hommes qui les conduisaient restèrent paralysés et furent réduits à une incapacité de travail, pour laquelle l'État eut à payer 20 000 francs à chacun d'eux. Les juges ont estimé sans doute que des fils téléphoniques ne doivent pas se casser; mais on aurait pu leur faire observer que le conducteur aérien devait être protégé par un filet qui aurait empêché le premier fil de le toucher.

Le contact des personnes foudroyées n'est pas sans danger, ainsi qu'on en a déjà trouvé la preuve plus haut. Le drame qui s'est déroulé à Puteaux l'an dernier, montre à quels graves accidents s'exposent les sauveteurs courageux, mais imprudents. Un ouvrier venait d'être frappé; un passant se précipite et veut le relever, mais il reçoit à son tour un choc terrible, qui le couche à côté de la première victime ; un deuxième subit le même sort et on ne put leur porter secours qu'après avoir interrompu le courant à l'usine, ce qui put heureusement être fait assez rapidement, grâce au concours d'un bicycliste.

Nous sommes conduits maintenant à la série des accidents les plus terrifiants, à savoir ceux qui frappent les profanes, que leur mauvaise fortune amène au contact d'un conducteur brisé, traînant sur le sol; le plus souvent les malheureux marchent dessus, ce qui est peu dangereux, s'ils ont la sagesse de n'y pas porter les mains ; mais l'éducation du public est mal faite encore et, malgré toutes les affiches et les suggestives têtes de mort appliquées sur les poteaux, en dépit de toute la publicité des journaux, on en voit qui saisissent les conducteurs à pleines mains et qui paient leur imprudence de leur vie. J'ai été amené

par ma situation à connaître deux accidents terribles, survenus, en 1899, dans la région du Nord de la France, dont le récit fait la matière d'un grand enseignement et sur lesquels nous insisterons pour cette raison.

Le premier s'est produit aux environs de Saint-Omer(1) : une ligne, partant de l'usine de Longuenesse, dessert plusieurs villages par un courant alternatif sous tension de 2000 volts, à 53 alternances par seconde ; le 1er juillet 1899, à la suite d'un vent violent, un fil en bronze siliceux, de $\frac{30}{10}$ de diamètre, se rompit à la traversée d'un chemin vicinal, au tiers de sa portée, soit à 13 mètres

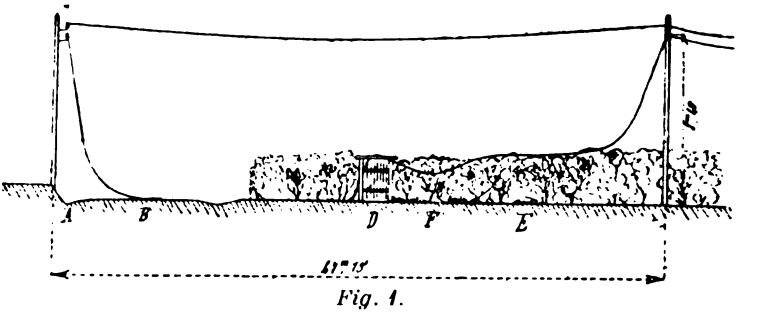


Fig. 1.

d'un poteau et à 34 mètres de l'autre. Le bout qui portait sur le chemin d'une longueur d'environ 3 mètres, comme le montre notre figure ci-dessus, fut repoussé dans le fossé bordant la chaussée, par un électricien d'une sucrerie voisine qui vint à passer. L'autre partie du fil était tombée sur une haie et ne touchait terre qu'en D, à l'intérieur d'une propriété privée. Notons qu'il plut abondamment ce jour-là.

Le circuit était donc parfaitement fermé par la Terre dans ces conditions ; en effet, les lampes des abonnés ne cessèrent pas de fonctionner, malgré la rupture du fil. Surviennent alors deux ouvriers de la sucrerie ; l'un d'eux

(1) Je dois les renseignements circonstanciés que je possède sur cette affaire à M. Lespinasse, ingénieur de la Société Régionale d'Électricité de Saint-Omer ; qu'il reçoive ici tous mes remerciements pour son obligeante communication.

eut la funeste inspiration de vouloir toucher le fil en E, en un point où il reposait sur la haie ; ne sentant rien, il en fit l'observation à son camarade, en le défiant d'en faire autant que lui. Celui-ci, pour mieux mettre le fil à sa portée, tira sur la boucle formée en F; cette traction supprima sans doute le contact D avec la Terre, et nos deux malheureux furent terrassés. Le premier reçut vraisemblablement plus de courant que le second, car l'usine centrale était de son côté, vers E ; il était probablement aussi moins bien isolé, et on peut admettre que le sol, fortement détrempé par la pluie de la veille, était plus conducteur sous ses pieds : il ne put être ranimé. Le second fut sauvé.

La ville de Wattrelos a été terrifiée récemment par une catastrophe qui présente avec celle que nous venons de rapporter la plus grande analogie : malheureusement les secours y furent plus tardifs et peut-être moins énergiques, et l'électricité fit deux victimes, qu'on aurait dû pouvoir arracher à la mort.

Wattrelos est une commune importante de 26 000 habitants, formée par la réunion administrative de nombreux hameaux disséminés sur une vaste étendue. L'éclairage au gaz y était impossible, par suite de la longueur extraordinaire des conduites qu'il eût fallu établir pour alimenter un fort petit nombre de becs, et, à l'exception d'une seule rue, desservie par l'usine à gaz de Roubaix, le reste de la ville n'était éclairé qu'au pétrole. Cet éclairage était médiocre et ne laissait pas que d'être très coûteux. Il y avait, en réalité, 42 kilomètres de rues à pourvoir de foyers de lumière ; l'électricité à haute tension pouvait seule fournir une solution à ce problème : M. H. Pollet, maire de Wattrelos, le comprit. Grâce à son initiative intelligente, la commune faisait établir en 1898, dans des conditions économiques très avantageuses et par une puissante compagnie, un réseau à courants triphasés, dont le circuit primaire distribuait l'énergie,

par 2200 volts, à 14 postes de transformation, qui abaissaient le potentiel à 200 volts et alimentaient environ 750 lampes à incandescence et trois arcs.

J'avais été chargé de dresser le cahier des charges de l'entreprise et d'effectuer les expériences de réception provisoire. La station centrale avait été acceptée, mais d'importantes réserves avaient été formulées relativement aux canalisations, qui ne répondaient pas aux conditions prescrites : les constructeurs étaient occupés aux réfections des lignes, quand un ouragan se déchaîna sur Wattrelos, le 24 septembre dernier, et fit rompre un fil de circuit primaire au quartier Saint-Liévin. L'usine eut conscience de l'accident par des chocs qui se produisirent au groupe électrogène en service; un employé fut envoyé sur la ligne pour s'enquérir de la cause de ces chocs, qui n'entraînèrent pas la fusion des plombs de sûreté du circuit. Il arriva à Saint-Liévin avant qu'aucun accident se fût produit et il se tint auprès du fil brisé, en criant à tue-tête pour écarter tout le monde. Malheureusement, Wattrelos était en fête ce jour-là (1) et l'heure était avancée : il était plus d'une heure du matin. Malgré les objurgations de l'employé, bien qu'il eût repoussé du milieu de la rue le câble tombé, en le saisissant avec son mouchoir, deux personnes y portèrent malheureusement les mains et furent foudroyées. Or, l'enquête a établi qu'une des victimes avait d'abord touché le fil impunément, et que le propriétaire d'un café voisin, accouru au secours, l'avait aussi saisi avec les doigts, en se brûlant légèrement, sans être blessé autrement. Ces faits s'expliqueraient en admettant que les appareils automatiques de mise à la Terre installés sur les poteaux avaient fonctionné lors de la rupture du fil ; ce sont peut-être les ballottements du fil sous l'action du vent ou par suite des tractions exercées sur lui qui ont rompu le contact sau-

(1) On célébrait la fête *des allumoirs*, autrement dit la fête de la lumière; triste coïncidence.

veur. Les deux victimes ne purent être ramenées à la vie, mais il faut reconnaître que les circonstances ne permirent pas d'épuiser les moyens qui auraient pu réussir.

Les récits qui précèdent constituent des documents instructifs, qu'il convient de classer et d'analyser, pour tirer profit de ces redoutables leçons de l'expérience.

Il en ressort clairement que des tensions de 300 volts pourraient devenir dangereuses en courant continu, dans certains cas particulièrement malheureux, qu'on doit considérer comme exceptionnels : au delà de 500 ou 600 volts, la plus grande prudence doit être recommandée à tous. Les tensions de 110 volts, usitées dans l'éclairage, peuvent au contraire être envisagées comme absolument inoffensives.

Avec des fréquences de 40 à 80 alternances par seconde, les courants alternatifs de 200 volts seraient déjà dangereux, s'il y avait préhension d'un fil avec la main nue d'un sujet mal isolé ; la contraction musculaire empêcherait alors d'abandonner le contact et augmenterait l'intensité du choc en prolongeant sa durée. Au delà de 200 volts, un simple attouchement est périlleux et pourrait devenir mortel. Il faut donc toujours se garder d'un contact direct ou indirect avec les conducteurs parcourus par des courants alternatifs, quel que soit leur voltage, et la plus extrême méfiance est de rigueur à leur égard.

II

LES MOYENS PRÉVENTIFS

L'histoire que nous venons de retracer des accidents produits par l'électricité démontre que, malgré leur extrême variété apparente, ils peuvent néanmoins être classés dans deux catégories distinctes qui les spécifient d'une manière fort nette suivant qu'il y a contact double

ou simple. Dans le premier cas, assurément le plus rare, le sujet touche à la fois deux conducteurs à potentiels opposés ; ce sont les ouvriers électriciens qui sont le plus exposés à ce genre d'accidents ; mais, sachant le danger qu'ils courent, ils commettent rarement une aussi grave imprudence et il faut une inadvertance, une chute, une maladresse ou une circonstance particulière comme à Marles, pour qu'ils en soient victimes. Une rupture de conducteurs peut, d'autre part, se produire d'une manière malheureuse et provoquer une catastrophe en fermant le circuit sur des passants que leur mauvaise étoile a amenés sur les lieux. Le plus souvent, l'accident appartient à la deuxième catégorie ; l'homme, reposant sur un sol conducteur, touche un seul conducteur ; il suffit alors que l'autre conducteur présente un défaut, pour qu'il se produise un court circuit par la Terre à travers son corps.

Considérons d'abord l'hypothèse d'après laquelle le sujet est en contact avec deux pôles différents : malheur à lui ! Suivant la différence des potentiels, la nature des prises de contact et la résistance plus ou moins grande qu'ils opposent au passage du courant, un courant plus ou moins intense traversera le corps du sujet et il pourra faire naître, ou bien une simple secousse, ou bien les désordres les plus graves, brûlures, escharres, etc. amenant souvent la mort, avec des courants continus ou alternatifs, même sous une faible tension. La gravité dépendra surtout de la durée du contact, de la manière dont il est établi, de l'état et de la sensibilité des organes rencontrés par le courant : ainsi la région des épaules et la cavité thoracique intéresseront surtout le pneumogastrique ou le cœur, et il y aura fatalement arrêt de la respiration ou des mouvements du cœur. Un ouvrier qui ne travaillerait que d'une main ne serait guère exposé à un double contact de ce genre, car il serait presque impossible qu'une partie de son corps fermât le circuit ; il jouirait d'une immunité relative, s'il avait les mains sèches

et calleuses; il ne serait pour ainsi dire jamais atteint, s'il couvrait ses deux mains de gants de caoutchouc; il serait au contraire très exposé, s'il avait les mains nues, moites ou humides.

Pour éviter ce genre d'accidents, une consigne formelle et sévère interdit l'entrée des stations aux profanes; on affiche partout des défenses de toucher n'importe quel appareil; les circuits des appareils offrant une différence de potentiel sont marqués d'une manière très apparente; on recommande au personnel de n'exécuter, autant que faire se peut, aucun travail durant la marche des machines, et on leur signale d'une façon expresse et réitérée les points dangereux; on leur défend l'usage de chaussures glissantes. Bref : les précautions les plus minutieuses sont prises pour éviter tout malheur, et elles sont généralement efficaces.

Les accidents par contact unique, qui constituent la majorité des cas, sont plus difficiles à prévoir et à éviter.

Pour s'en garer d'une façon générale, il importe que l'homme soit d'abord isolé du sol le mieux possible; c'est pourquoi les stations sont garnies de tapis de caoutchouc et de tabourets isolants; les agents sont chaussés de souliers isolants; on leur recommande d'éviter toujours de toucher n'importe quel appareil, s'ils appuient d'autre part les pieds sur un sol humide ou conducteur, ou sur des pièces métalliques, sur des tuyaux ou même sur des maçonneries. Ces moyens préventifs sont simples, rationnels et ils donnent une première garantie de sécurité; mais ils ne sont applicables qu'aux ouvriers électriciens. Le choc électrique par contact unique fait malheureusement presque toujours des victimes dans le public.

Voyons, pour étudier les causes de ces redoutables accidents et pour prévenir leurs conséquences, quelle est la théorie de ces phénomènes.

Considérons d'abord le cas d'une canalisation parcourue par un courant continu et supposons cette cana-

lisation parfaitement isolée ; si elle est touchée par un sujet mis en contact direct avec le sol, donc maintenu au potentiel zéro, le point touché sera porté instantanément à ce potentiel zéro et le corps de l'observateur sera traversé par un courant de charge ou de décharge, suivant le signe du fil ; la quantité d'électricité mise en action sera égale à CV, si la capacité du conducteur est C et si le potentiel a une valeur V au point touché (1). Comme généralement la capacité des lignes est faible, la quantité est minime et l'on n'éprouve qu'une secousse analogue à celles que donnent les machines statiques : le danger est nul, la sensation n'est même pas douloureuse.

Si le sujet était parfaitement isolé, il se mettrait au potentiel V, et il ne ressentirait absolument rien, la capacité de son corps étant négligeable devant celle du réseau.

Une ligne bien isolée, transmettant du courant continu, n'est donc pas dangereuse, quel que soit son potentiel ; mais il est bien rare que l'isolement d'une ligne soit parfait. Envisageons donc cette hypothèse.

Un seul conducteur est le plus souvent à la Terre ; on peut alors y poser la main sans danger, voire même le plus souvent sans rien sentir. Mais un sujet, mis à la Terre, ne pourrait toucher de même l'autre conducteur, parce qu'il y aurait fermeture du circuit par la Terre à travers son corps ; il serait traversé par un courant d'autant plus intense que le circuit serait moins bien isolé et que lui-même opposerait moins de résistance à son passage. Ce courant durerait ce que durerait le contact ; le sujet ressentirait les effets de ce courant. L'expérience pourra devenir douloureuse et dangereuse, suivant les conditions du contact, de l'isolement du conducteur, de son poten-

(1) C'est la capacité du conducteur par rapport à la Terre ; pour un câble unique de rayon R et tendu à une distance H du sol, on a $C = \frac{1}{2 \log \frac{2H}{D}}$ par centimètre. Pour plusieurs câbles parallèles, la capacité augmente, et la formule du calcul est plus compliquée.

tiel, etc. : il ne faut donc faire l'essai du contact qu'en parfaite connaissance de cause.

Tout autre est la théorie, quand il s'agit de courants alternatifs. Et d'abord, supposons la canalisation bien isolée et un homme isolé lui-même ; il pose la main sur une conduite dont le voltage de distribution est, par exemple, de 2000 volts, dont par suite le voltage maximum et mimimum sera de ± 2820 volts (1) ; son potentiel propre passera donc de + 2820 à — 2820 volts autant de fois par seconde qu'il y a de fréquences ; mais le sujet ne s'en doutera pas et il ne se produira en lui aucun effet physiologique sensible.

L'effet est différent, lorsque le sujet est lui-même à la Terre : deux faits nouveaux interviennent, en effet, dans ce cas. Le premier est relatif à l'isolement des lignes : quelque parfaitement isolées qu'elles aient pu paraître quand on les a expérimentées à froid, au repos des alternateurs, elles ne possèdent plus cet isolement quand le réseau est alimenté par des courants alternatifs, et les mégohms s'affaissent à des dizaines de mille ohms. D'autre part, en même temps que la résistance apparente d'isolement diminue, la capacité de la ligne par rapport à la Terre entre en jeu d'une façon spéciale et les choses se passent comme si des condensateurs étaient intercalés entre chaque conducteur et la Terre ; il en résulte que le patient se trouve placé dans les mêmes conditions que celles qu'il affronte quand il touche une ligne mise à la Terre (2). En prenant contact avec un seul des câbles de la canalisation à courants alternatifs la mieux isolée, il est traversé par un courant, absolument comme si son corps formait court cir-

(1) La force électromotrice efficace est la racine carrée du carré moyen de la force électromotrice ; le maximum de force électromotrice positive ou négative est égal à la force efficace multipliée par $\sqrt{2} = 1,41$.

(2) L'influence de la capacité de conducteurs ohmiquement isolés de la Terre consiste dans une diminution de leur impédance par rapport à la Terre. L'effet de la capacité est alors assimilable à celui de condensateurs intercalés entre chacun des câbles et le sol.

cuit entre les deux câbles, et l'effet est non seulement fonction de l'intensité du courant, mais encore de sa durée. Les courants alternatifs sont donc objectivement beaucoup plus dangereux que les courants continus, attendu que la canalisation qu'ils parcourent a toujours un faible isolement et une grande capacité, et qu'ils ne pourraient être inoffensifs que pour un homme absolument isolé du sol; comme ces courants sont d'ailleurs par essence extrêmement actifs sur l'organisme, ils sont donc doublement et vraiment redoutables.

Pour combattre les conséquences de la capacité des lignes, on a proposé d'y placer des bobines de *self-induction* en dérivation; mais l'expérience faite à Paris, en 1892, à l'usine des Halles Centrales, n'a pas répondu aux espérances des théoriciens qui avaient découvert ce palliatif. La résistance d'isolement d'une canalisation qui atteignait 100 mégohms, à froid, tombait à 2000 ohms en marche, et l'emploi de la bobine ne permettait de la remonter qu'à une valeur quadruple, soit de 8000 ohms : c'était un maigre résultat.

La méfiance la plus absolue est donc de rigueur à l'égard des courants alternatifs, et il convient de poser en principe qu'il est toujours dangereux de toucher ces lignes, dans n'importe quelles conditions et de n'importe quelle façon : le public ne saurait être trop fortement impressionné, car pour lui la crainte sera le commencement de la sagesse. Aux électriciens seuls on dira qu'un homme parfaitement isolé du sol ne court pas de danger; dans certains sauvetages, la connaissance du fait pourra en effet leur être utile. Quelques-uns d'entre eux devront effacer de leur esprit une notion fausse qui s'y est glissée, à savoir qu'une ligne à courants alternatifs peut être isolée au point d'être inoffensive ; nos lecteurs leur diront que c'est une erreur, et il est de notre devoir de le répéter partout.

Une des meilleures mesures préventives qu'on pourrait

prendre pour empêcher les accidents par l'électricité, serait de faire l'éducation du public ; il faudrait pour cela formuler brièvement la théorie qui précède, l'exposer clairement dans des articles de journaux et dans des conférences, en afficher un résumé dans les mairies et dans les lieux publics, la faire vulgariser par les instituteurs dans les écoles, de manière à ce que nul n'ignore qu'il ne faut pas toucher de la main nue des conducteurs à haut potentiel, que le danger est beaucoup plus grand pour les courants alternatifs que pour les courants continus, que l'isolement par les pieds constitue une sauvegarde souvent efficace, que des chaussures humides et un sol inondé aggravent au contraire le péril, que des gants de caoutchouc permettent de manier les conducteurs, qu'une pièce d'étoffe sèche protège aussi dans une certaine mesure, qu'il est dangereux souvent de prendre même contact avec le corps d'une victime, si l'on omet de s'en isoler soi-même, etc.

Je sais beaucoup de malheurs qui eussent été évités, si les acteurs de ces drames émouvants avaient connu ces détails, et si, gardant leur sang-froid, ils en avaient fait leur profit : les accidents de Saint-Omer et de Wattrelos, pour ne rappeler que ceux-là, ne se seraient pas produits si les victimes avaient été pénétrées d'une salutaire terreur à l'égard de ces fils pendants sur le sol, dont le contact est devenu mortel pour quelques-uns, alors que d'autres ont pu les rejeter de côté sans éprouver aucun mal. Les armes à feu, les chaudières à vapeur, les becs de gaz d'éclairage, les chemins de fer, les tramways, sont tout aussi dangereux que les canalisations électriques, et nos contemporains savent pourtant s'en servir sans s'exposer à leur terrible puissance. On peut espérer qu'il en sera ainsi de l'électricité et de ses redoutables engins : une épée est inoffensive pour celui qui la saisit par la garde et se méfie de sa pointe et de son tranchant.

Les pouvoirs publics, auxquels la société confie ses intérêts, peuvent, d'autre part, prendre et imposer des

mesures de protection, qui atténueront et conjureront les catastrophes causées par la fatalité, par l'imprudence ou l'ignorance des hommes.

Antérieurement au 15 mai 1888, les conditions à remplir en France par les installations au point de vue de la sécurité des personnes, n'avaient pas été réglementées ; à cette époque, un décret fut rendu qui soumettait l'établissement des canalisations électriques à l'obligation d'une déclaration préalable, édictait diverses prescriptions générales de prudence et investissait les ingénieurs des télégraphes de la surveillance de ce genre d'installations.

Une loi est venue abroger ces premières conditions à la date du 25 juin 1895, et elle a inauguré un régime nouveau, sous lequel nous vivons actuellement en France, en attendant qu'on nous en impose un autre. Aucun conducteur ne peut plus aujourd'hui être établi au-dessus, ni au-dessous des voies publiques, sans une autorisation préfectorale, accordée sur l'avis technique des ingénieurs des télégraphes, et conformément aux instructions du ministre du Commerce et de l'Industrie. Il résulte de cette loi que, pour poser des conducteurs, il faut obtenir non pas une, mais deux autorisations de la part de deux administrations indépendantes l'une de l'autre, qui appliquent des principes différents et se trouvent souvent en désaccord, l'une défendant de faire ce que la première a imposé d'autorité. Mais, restons sur le terrain de la sécurité publique.

Une instruction technique pour l'établissement des conducteurs d'énergie électrique a été imposée, en 1898, par application de la loi du 25 juin 1895 ; elle prescrit un certain nombre de précautions, dont voici les plus importantes :

Article 1er. — Les supports doivent présenter toutes les garanties de solidité nécessaires ; en particulier, les supports en bois doivent être prémunis contre les actions de l'humidité ou du sol.

Article II. — La distance entre deux isolateurs consécutifs ne doit pas être supérieure à 100 mètres, sauf exception motivée.

Article III. — 1° Les conducteurs doivent avoir une résistance suffisante à la traction pour qu'il n'y ait aucun danger de rupture sous l'action des efforts qu'ils auront à supporter. — 2° Lorsqu'un conducteur est recouvert d'un isolant, la matière isolante doit avoir une épaisseur d'au moins 2 millimètres et être suffisamment protégée aux points d'attache contre la détérioration ou l'usure par le frottement. — 3° Les conducteurs doivent être hors de la portée du public. Chaque support portera l'inscription : *Défense absolue de toucher aux fils*. Dans le cas de courants continus à tension supérieure à 600 volts ou de courants alternatifs, le permissionnaire doit munir les supports, sur une hauteur de 50 centimètres à partir de 2 mètres au-dessus du sol, de dispositions spéciales pour empêcher, autant que possible, le public d'atteindre les conducteurs. En outre, sur les appuis d'angle, on prendra les dispositions nécessaires pour que le conducteur, au cas où il viendrait à abandonner l'isolateur, soit encore retenu et ne risque pas de traîner sur le sol. — 4° Dans le cas de courants continus à des tensions supérieures à 600 volts ou de courants alternatifs, un filet de protection sera établi au-dessous des conducteurs, dans toute la partie correspondant à la traversée des voies publiques, à moins que le permissionnaire n'ait fait agréer une disposition rendant le conducteur inoffensif en cas de rupture. — 5° Dans la traversée des lieux habités, si les conducteurs prennent leur appui aux maisons riveraines, ils doivent être placés à 1 mètre au moins des façades, à $0^m,50$ au moins au-dessus des fenêtres les plus élevées, et, en tous cas, hors de la portée des habitants. S'ils passent au-dessus d'un toit, ils doivent en être à une distance de $2^m,50$ au moins.

Article V. — L'ensemble des conducteurs aériens de

l'installation sera établi de manière à présenter un isolement kilométrique minimum de 5 mégohms, s'il s'agit d'installations dites à haute tension et de 1 mégohm, s'il s'agit d'installations dites de basse tension.

Article XVII. — Toutes les parties accessibles des transformateurs devront être mises soigneusement à la terre. L'isolement entre chacun de leurs circuits, ainsi qu'entre le primaire et la Terre, ne devra jamais être inférieur à 100 mégohms, mesuré à froid, à 15° environ, et 10 mégohms, mesuré à chaud, à 70° environ.

Telles sont les principales règles de prudence imposées administrativement ; elles sont sagement établies et formulées avec toute la netteté possible dans l'espèce, mais il faut néanmoins reconnaître que plusieurs d'entre elles permettent des interprétations variées. Prenons pour exemple l'article III ; son deuxième paragraphe impose à l'isolant une épaisseur de 2 millimètres au moins (1), et ne prescrit rien relativement à la résistance d'isolement qu'il doit procurer ; n'aurait-il pas été préférable de ne pas s'occuper de son épaisseur et de spécifier au contraire les isolements relatifs ou absolus ? Nous le croyons ; la pratique a d'ailleurs fait ressortir cette inconséquence, attendu qu'il s'est créé un isolant dit *ministériel*, fort médiocre à tous égards, qui pend en loques autour des fils au bout de quelques années d'exposition aux intempéries de l'air, mais qui est réglementaire, puisqu'il a les deux millimètres d'épaisseur exigés. Le paragraphe 4 prévoit l'installation de filets de protection ou de dispositifs rendant le fil inoffensif en cas de rupture : les filets sont bien souvent d'une application difficile et les dispositifs de mise à la Terre donnent trop souvent des mécomptes, en ne fonctionnant pas au moment où il le faudrait. L'administration agit très libéralement en lais-

(1) La règle du *Board of Trade* est la même : « Chaque conducteur aérien de haute tension doit être complètement isolé par un isolant durable et efficace sous une épaisseur d'au moins un dixième de pouce ($2^{mm},5$). »

sant ici une grande liberté à l'initiative privée, qui n'est tenue qu'à faire agréer ses propositions, sous sa propre responsabilité ; mais les deux services desquels il faut obtenir une autorisation ne sont pas toujours d'accord, et l'on se voit quelquefois exposé à déplaire à l'un d'eux pour avoir l'acquiescement de l'autre.

M. Walckenaer, ingénieur au Corps des Mines à Paris, a présenté en juillet 1899, au Conseil d'hygiène de la Seine, un rapport dans lequel il a démontré que le seul mode d'installation des conducteurs à haute tension, procurant à la voie publique une sécurité absolue, est une canalisation souterraine convenablement installée : tout le monde s'est évidemment trouvé d'accord avec lui, et ses conclusions ont été votées à l'unanimité. En conséquence, M. le Préfet de Police a rendu une ordonnance aux termes de laquelle les autorisations exigées par les règlements seront dorénavant refusées à toutes les installations aériennes dans Paris et sa banlieue, pour tous courants continus dont la tension est supérieure à 600 volts et pour les courants alternatifs à 120 volts. Cette décision est, sans doute, justifiée pour l'agglomération parisienne ; mais elle serait désastreuse pour les transports d'énergie, si elle venait à être étendue à la province ; car les frais d'établissement des canalisations souterraines sont, dans la plupart des cas, absolument prohibitifs. Il est, d'ailleurs, à remarquer que M. Walckenaer a fixé à 600 volts la limite des courants continus, pour ne pas étendre sa prohibition aux tramways : or, il est incontestable que les 600 volts du courant continu ne sont pas toujours inoffensifs et que, d'autre part, il existe des systèmes de prises de courant superficielles ou souterraines dont les tramways pourraient aussi avoir un jour à se servir obligatoirement.

Quoi qu'il en soit, nous voyons qu'en France l'administration veille sur nos têtes : nous trouvons la même sollicitude dans les pays étrangers. Les prescriptions sont

presque les mêmes partout, et les ordonnances rendues jusqu'ici ne diffèrent que par quelques points de détail. Notons cependant plusieurs aperçus spéciaux adoptés par l'Association allemande des Électriciens (*Verband Deutscher Elektrotechniker*) dans ses règles officielles concernant les installations à haute tension. Et d'abord, l'emploi des fils nus est obligatoire pour les conduites aériennes : c'en est donc fini avec la légende des isolants *ministériels !* D'autre part, aucune valeur de résistance d'isolement n'est prescrite, attendu qu'il est difficile de la fixer d'une manière absolue ; mais des vérifications périodiques sont imposées. Les fils et réseaux de protection et les enveloppes métalliques des boîtes et couvercles de protection des parties conductrices de courant doivent tous être reliés à la Terre sans exception et directement ; il est aussi recommandé de mettre à la Terre les bâtis des machines.

Toutes ces prescriptions sont très sages et très justes, et il est incontestable qu'en s'y conformant, les ingénieurs électriciens diminueront, dans la mesure de ce qui est humainement possible, les chances d'accidents.

Il existe d'ailleurs, en dehors des dispositifs généraux que nous venons de signaler, des appareils spéciaux de sécurité, qui ont pour objet de rendre les canalisations électriques inoffensives, aussitôt qu'une avarie s'est produite, en supprimant instantanément et automatiquement le passage du courant,

Ces appareils protègent, il est vrai, plus efficacement les dynamos et les alternateurs que les personnes ; mais ils contribuent néanmoins à diminuer les risques généraux consécutifs de tout court circuit produit accidentellement sur une ligne. Tels sont tous les interrupteurs à maxima et les coupe-circuits que l'on installe sur les tableaux de distribution, dans les usines génératrices d'électricité. Nous allons passer rapidement en revue ce genre d'instruments.

La pratique a démontré que les appareils de sûreté constitués par des fils de plomb fusibles, ne donnent en réalité aucune protection efficace contre les faibles augmentations d'intensité du courant ; on en calcule les diamètres par application de la loi de Joule, sans tenir compte de la distance des bornes de connexion, de leur masse, de la position verticale ou horizontale du fil fusible, des phénomènes de liquation produits dans l'alliage employé, des modifications moléculaires survenues après un long service, etc. : aussi voit-on souvent des plombs qui résistent à une surcharge énorme. Il faut d'ailleurs reconnaître que les fils de cuivre et d'argent, qu'on a essayé de substituer au plomb, ne donnent guère plus de sécurité. Les appareils électro-magnétiques fonctionnent mieux ; tels sont, par exemple, les interrupteurs automatiques américains dits *Inverse-Time-Element*, qui coupent le circuit avec une rapidité d'autant plus grande que le courant a dépassé davantage son intensité normale ; ils règlent le courant à 5 pour cent près, dit-on. Malheureusement, ces appareils sont inutilisables pour les courants alternatifs.

Il ressort de ce qui précède, que l'on s'illusionnerait en admettant que des coupe-circuits doivent nécessairement et instantanément agir quand un court circuit s'établit à travers le corps d'un homme entre deux pôles contraires ou à la Terre. La variation d'intensité est d'abord trop faible ; ainsi un courant alternatif à 2000 volts de tension, à 40 pulsations, parcourant une ligne ayant un quart de micro-farad de capacité, soumettra un sujet non isolé qui viendrait à le toucher, à un courant de près d'un dixième d'ampère (100 milliampères) plus que suffisant pour le tuer sans merci, mais qui ne saurait d'aucune façon faire fonctionner la sûreté. Il faut observer d'ailleurs que l'effet thermique produit, de par la loi de Joule, est fonction du temps alors que le choc électrique détermine une action physiologique instantanée. On ne doit donc compter

réellement sur les coupe-circuits que pour interrompre le courant en cas de rupture de ligne et de chute des canalisations sur le sol : alors même ne fonctionnent-ils pas toujours, nous le savons.

On peut tirer un meilleur parti des sûretés, en les multipliant et en les disposant à la tête de chaque branchement, de manière à séparer du circuit toute partie de canalisation dans laquelle se produirait un accident ; on peut ainsi donner aux appareils un maximum de sensibilité, qui serait intolérable sur des lignes principales, parce qu'il aurait pour effet de rompre trop fréquemment le courant et de rendre impossible toute exploitation régulière.

De nombreux dispositifs ont été imaginés pour supprimer les dangers d'un contact des fils télégraphiques ou téléphoniques avec des canalisations de transport d'énergie. En règle générale, ces fils doivent toujours passer par dessus les canalisations ; la protection doit donc être appliquée sur les canalisations. Pour les conducteurs aériens de tramways, qui doivent rester abordables par dessous, le dispositif le plus simple et le plus répandu consiste à recouvrir ces conducteurs d'une baguette isolante en bois ; mais ce système est peu stable. M. Ernest Gérard a proposé de recouvrir la partie supérieure du conducteur d'une bande de caoutchouc, qui adhère parfaitement par collage sur le métal et qui assure une protection parfaite et durable.

Pour les canalisations de transport d'énergie, l'administration française impose le plus souvent l'emploi d'une sorte de cage d'écureuil, enveloppant de toutes parts le câble dont le contact est dangereux ; elle empêche absolument tout fil supérieur qui viendrait à se rompre de toucher le conducteur à haute tension.

Souvent, on tend entre les conducteurs qui se croisent un simple filet formé de fils de fer parallèles de 4 millimètres de diamètre ou de fils de cuivre de 2 millimètres,

soigneusement mis à la Terre. En cas de rupture du fil télégraphique ou téléphonique et de contact avec le conducteur inférieur, malgré la protection du filet de garde, le fil serait parcouru par un courant très intense qui le ferait fondre et le couperait instantanément. Il est facile de calculer la résistance x maximum que doit avoir la mise à la Terre, afin que le courant n'atteigne pas une intensité I suffisante ; pour un voltage E de la distribution d'énergie, on aura $I = \frac{E}{x}$.

Les fils télégraphiques et téléphoniques, dont la portée est souvent énorme, se rompent plus fréquemment que les canalisations aériennes de transport d'énergie, dont la section, généralement assez considérable, donne un surcroît de garantie pour le métal et qui sont tendues sur des portées de 40 à 60 mètres au plus. Ces derniers fils ne présentent en réalité aucune chance de rupture, quand ils sont de bonne qualité et convenablement établis ; c'est un axiome admis par tous les électriciens compétents. En effet, les calculs de résistance des fils sont toujours faits très largement, et, en totalisant les effets du poids du fil, de la pression du vent, de la surcharge du givre, de la glace ou de la neige et de la contraction due aux plus grands froids de l'hiver, le métal ne travaille jamais qu'au cinquième de sa charge de rupture. Il faut donc un défaut moléculaire du métal pour que le fil casse. Quelquefois, par suite de tensions inégales de fils parallèles, il se produit entre eux des courts-circuits, à la suite de contacts dans les balancements des chaînettes occasionnés par de violents coups de vent : l'échauffement du fil peut alors altérer le métal et provoquer la rupture, ainsi que nous l'avons constaté. Mais nous rentrons ainsi dans le cas d'un établissement défectueux des canalisations et l'exemple confirme la thèse.

La probabilité d'une rupture est donc faible, mais il faut la prévoir tout de même. En outre des filets parachutes,

dont il a été question ci-dessus, on emploie des appareils automatiques de mise à la Terre ou de rupture de circuit. Les deux procédés me paraissent se valoir au point de vue pratique.

On a inventé un grand nombre de dispositifs pour mettre à la Terre un conducteur qui viendrait à se briser. En voici un, qui a été appliqué à Wattrelos avec l'agrément de l'administration, et qui, bien placé, devrait être efficace :

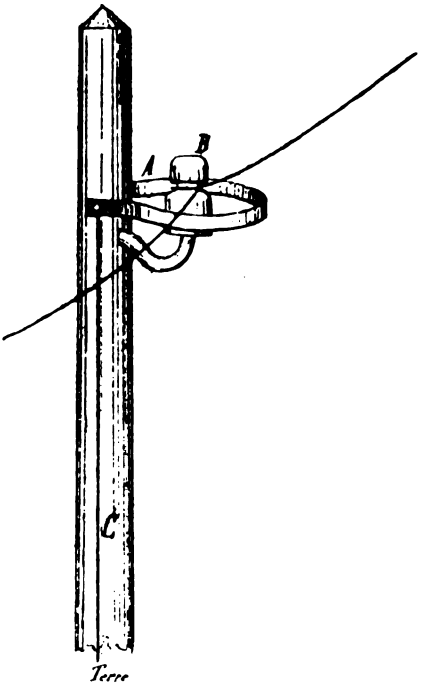


Fig. 2.

il est représenté sur la figure ci-dessus. En dessous de la cloche de l'isolateur, on dispose un cercle de cuivre étamé A, attaché au poteau et relié à la Terre par un fil C ; le fil nu de la canalisation ne touche pas le cercle, quand il est tendu normalement ; mais, s'il vient à se rompre dans la portée, il est infailliblement mis à la Terre aussitôt qu'il prend contact avec le cercle. Il faudrait que le fil se

brisât tout entier contre l'isolateur, pour que les deux bouts pendants ne fussent pas à la Terre. La soudure du cercle avec le fil C doit être faite avec grand soin, pour assurer une parfaite mise au sol : il faut veiller d'autre part à ce que le cercle soit bien horizontal, pour que la ligne brisée s'appuie nécessairement sur lui. Cette dernière condition a sans doute fait défaut dans l'accident de Wattrelos, à la suite des tractions opérées sur les fils tombés sur le sol.

Parmi les appareils destinés à interrompre le courant en cas de rupture d'un fil, il faut signaler celui dont la figure suivante représente les dispositions essentielles (1). Une certaine quantité de mercure est renfermée dans un tube C isolant, fermé par deux bouchons de métal B, dans

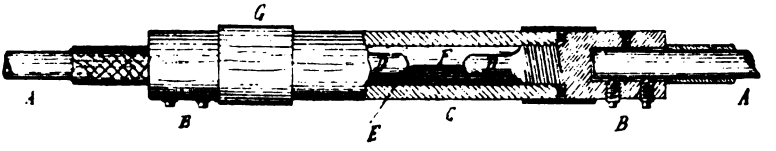


Fig. 3.

lesquels sont soudées les extrémités des conducteurs A. Ces bouchons sont vissés dans le tube C, mais les filets des deux pas de vis sont de sens contraire, ce qui permet d'enlever le tube aisément en le faisant tourner sur lui-même : l'obturation ainsi obtenue peut être parfaitement hermétique, d'autant plus que deux freins d'acier G entourent le cylindre au-dessus des pas de vis, qu'ils assurent sa résistance et qu'ils forment même un joint extérieur. Les bouchons sont terminés par des prolongements D, qui pénètrent dans l'axe du tube et donnent un bon contact avec le mercure qu'il renferme, tout en diminuant sa masse. Le mercure E remplit à peu près à moitié le cylindre isolant ; une couche d'huile F le surmonte.

(1) Cet appareil a été breveté par MM. Corrion et Denissel à Roubaix, et par M. Ducornet, sous des formes légèrement différentes.

L'appareil est placé sur chaque fil; tant qu'il se tient horizontal ou peu incliné, les deux pointes D seront baignées par le mercure et le courant passera; si le fil vient à casser, l'appareil prendra une position à peu près verticale, le mercure cessera donc de mettre les deux pointes en circuit et le courant sera interrompu. Ce fonctionnement semble infaillible. Comme la fermeture est hermétique, le mercure ne peut s'oxyder; d'autre part, les pointes de métal ne sauraient donner un mauvais contact avec le mercure; on a donc à cet égard toute sécurité. On pourrait seulement douter de la résistance mécanique de ces appareils : mais on a établi un modèle spécial et très robuste pour les longues portées et pour les gros câbles.

J'ai procédé, le 29 février, à un essai sur un appareil Corrion et Denissel, en présence de M. Bazile, ingénieur en chef des Postes et Télégraphes, et de M. Pollet, maire de Wattrelos : deux de ces interrupteurs automatiques avaient été montés sur un fil de la canalisation primaire à 2200 volts efficaces, et le fil fut coupé, avec une cisaille à poignées isolées, à mi-portée d'abord, puis contre un des poteaux. Le fil, qui eût été homicide si l'interruption n'avait pas été effectuée, a pu être touché impunément par nous.

Nous ne nous attarderons pas à décrire un plus grand nombre d'appareils de protection.

Voici, toutefois, un appareil fort simple destiné à protéger les ouvriers, au cas où le courant serait rétabli pendant qu'ils sont occupés à une réparation en un point d'une ligne. Cette protection s'installe en amont et en aval du point où l'on travaille. Il se compose de trois crochets en cuivre reliés entre eux par une traverse conductrice munie d'un manche isolant, qui permet de les accrocher au fil sans le secours d'une échelle; la traverse des crochets est attachée à un long fil flexible, terminé par un piquet métallique, qu'on enfonce dans le sol. Si un courant était donc lancé dans la ligne, il serait dérivé par le sol sans exposer l'ouvrier au moindre danger. Pour les lignes sou-

terraines, les crochets sont remplacés par des pinces à ressorts, déterminant un bon contact sur le conducteur.

III

LES REMÈDES

Malgré toutes les prescriptions administratives, malgré toutes les précautions prises par les constructeurs et en dépit des progrès de leur art, nonobstant tous les efforts qu'on fera en vue de l'éducation du public, il arrivera toujours que des conducteurs dangereux tomberont à portée de la main, que par fatalité ou imprudence des hommes les toucheront et qu'ils seront frappés à mort. Il faudra donc trouver les remèdes à ce mal inévitable.

Existe-t-il des procédés ou des médicaments actifs et énergiques, qui puissent ramener à la vie des victimes de l'électricité? Quels sont-ils et comment convient-il de les appliquer? Telles sont les questions que je me propose d'examiner maintenant.

Dès les premières applications industrielles des courants à haute tension et surtout des courants alternatifs, des accidents se sont produits qui ont attiré l'attention des physiologistes et provoqué l'intervention des hommes de l'art. Les précédentes études faites sur les victimes du feu du ciel ont été mises à profit, ainsi que je l'ai fait ressortir dans mon premier article; il a été reconnu que les décharges électriques suspendaient l'action du système nerveux et provoquaient un arrêt du cœur et de la respiration, et que, si les médicaments étaient généralement peu indiqués, on pouvait au contraire recourir à certaines manœuvres du plus heureux effet. M. d'Arsonval avait trouvé aussitôt la formule : il faut traiter les victimes de l'électricité *comme des noyés*. En trois mots, ce savant

éminent avait résolu le problème : il fallait sauver de l'asphyxie.

La question a, depuis lors, fait l'objet de fort intéressantes études : nous indiquerons les plus récentes.

MM. Oliver et Bolam ont décrit dans le British Medical Journal, une série d'expériences qu'ils ont instituées pour déterminer scientifiquement les causes de mort dans les chocs électriques. Ils se proposaient spécialement de rechercher si la thèse de M. d'Arsonval, attribuant surtout la mort à une défaillance du centre respiratoire, était rigoureusement vraie ou s'il ne convenait pas plutôt d'incriminer l'arrêt de l'action du cœur. Leurs expériences, exécutées avec des courants alternatifs, ont paru confirmer cette dernière manière de voir. Les deux phénomènes peuvent être concomitants dans certains accidents, mais en général c'est le cœur qui s'arrête d'abord, et la respiration se poursuit pendant une courte période d'une manière rythmée, mais irrégulière et très faible : le rappel à la vie est, dans ce cas, plus difficile que lorsqu'il y a simplement suspension des mouvements respiratoires. Nous reviendrons tout à l'heure sur ce point.

MM. Prévost et Battelli ont procédé plus récemment à de nombreuses expériences dans le laboratoire de physiologie de l'Université de Genève, sur des chiens, des chats, des rats, des lapins, des cobayes; cent soixante-dix expériences ont été faites en employant des courants alternatifs de 45 périodes par seconde, à un voltage variable de 5 à 4800 volts. Les résultats obtenus sont nets et constituent une base à la théorie du traitement des électrocutés (1).

Des courants de haute tension, appliqués pendant une seconde ou deux de la tête aux pieds, produisent des troubles graves du système nerveux, notamment des crises de convulsion ou de tétanos, suivies d'un arrêt de la res-

(1) Cette note a été présentée à l'Académie des Sciences, le 13 mars 1899.

piration et d'une perte absolue de la sensibilité. Le cœur accélère ses contractions ventriculaires, alors que les oreillettes sont arrêtées en diastole : il se produit une élévation considérable de la pression artérielle, qui dure plusieurs secondes et est suivie d'une chute de pression avec ralentissement du cœur. La victime court un grand danger de mort, si l'on n'intervient pas immédiatement, car le cœur se paralyse secondairement par suite de l'arrêt de la respiration ; mais la respiration artificielle, pratiquée à temps et avec constance, sauvera le plus souvent la vie du patient. Un contact électrique prolongé affecte d'autant plus la respiration, mais n'augmente pas l'intensité des convulsions. Le point d'application des contacts qui ont fermé le circuit offre une grande importance, car leur siège détermine l'apparition de tel ou tel symptôme ; ainsi la respiration est plus énergiquement atteinte, si un conducteur a touché la tête ; les accidents cardiaques sont plus graves, si le cœur se trouve directement dans le circuit.

Dans une seconde note (1), publiée peu de temps après, les mêmes expérimentateurs ont fait connaître les effets produits sur les mêmes espèces animales par les courants continus : ils prenaient le courant sur le réseau de distribution de la ville de Genève, dont la tension est de 550 volts. L'électrode positive était placée dans la bouche de l'animal, alors que l'électrode négative était appliquée sur les cuisses ou introduite dans le rectum. En thèse générale, il a paru que la sensibilité était plus fortement atteinte que par les courants alternatifs. Les chiens meurent par paralysie du cœur, à des tensions relativement basses de 70 volts ; dans ce cas, la respiration artificielle est sans effet. Pour le cochon d'Inde, une tension de 300 volts a paru la plus favorable pour arrêter le cœur ; il était bien rare, au contraire, que ce résultat fût obtenu

(1) COMPTES RENDUS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES, 27 mars 1899.

par un voltage de 550 volts, mais alors un contact d'une seconde suffisait pour paralyser la respiration. MM. Prévost et Battelli ne partagent pas l'opinion de M. d'Arsonval, qui attribue à l'extra-courant de rupture seul les accidents produits par les courants continus : d'après leurs expériences, la respiration et la sensibilité du sujet sont affectées de même, qu'il y ait ou non des secousses de fermeture ou de rupture ; il est vrai néanmoins de dire que les convulsions sont provoquées surtout par les secousses de rupture.

Une troisième note, présentée à l'Académie (1), relate d'autres expériences des mêmes savants, dirigées dans le but d'observer l'effet des décharges : ils se servaient d'un grand condensateur à lames de verre, recouvertes sur leurs deux faces de feuilles d'étain et chargées par une très forte bobine de Ruhmkorf. L'animal soumis à l'expérience était inséré dans le circuit de décharge, qui le traversait de la bouche au fondement. Le potentiel étant de V volts et la capacité des appareils prenant une valeur égale à C, l'énergie de la décharge était mesurée en joules par le produit $\frac{1}{2}CV^2$. Or, voici les résultats constatés : une décharge de 1000 joules n'est pas suffisante pour tuer un chien de 7 kilogr.; mais elle arrête la respiration thoracique d'un lapin de 2 kilogr., et il suffit de 400 joules pour un petit cochon d'Inde de 500 grammes. L'énergie de la décharge nécessaire pour tuer un animal augmente donc avec son poids ; mais le taux varie avec l'espèce. En général, les jeunes animaux sont plus sensibles aux effets des décharges que les adultes. Les lésions anatomiques macroscopiques sont le plus souvent une perte d'élasticité pulmonaire, des phénomènes congestifs avec œdème pulmonaire et des ecchymoses sous-pleurales. La rigidité cadavérique est habituellement rapide et très énergique.

Toutes ces recherches contribueront assurément à élu-

(1) COMPTES RENDUS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES, 23 octobre 1899.

cider le grave problème des effets de l'électricité sur l'organisme vivant; mais les phénomènes sont si complexes et les discussions soulevées sont d'autre part si délicates, que les travaux effectués à ce jour ne sauraient encore aboutir à une théorie générale.

Rappelons ici une constatation expérimentale faite par M. d'Arsonval, et dont la portée est considérable : elle est relative à la résistance de l'organisme aux courants alternatifs. Sa limite serait atteinte lorsque le courant, en produisant le tétanos des muscles, porterait leur température au-dessus de 45°. La mort serait alors produite sans rémission par la coagulation des fibres musculaires du cœur par la chaleur. L'échauffement ne serait pas un effet de la loi de Joule, mais la conséquence de la contraction violente des muscles.

Toutes ces expériences *in animâ vili* sont assurément pleines d'intérêt, mais il faut reconnaître que l'on pourrait déduire des conclusions beaucoup plus autorisées d'essais effectués directement sur l'homme. Les expériences américaines d'électrocution, pratiquées sur des criminels qui paient leur dette envers la société, auraient pu fournir des données utiles à connaître; mais on faisait agir des courants intenses, de 8 ampères, sur la tête, dans le but d'atteindre plus sûrement les centres nerveux et de produire immédiatement l'insensibilité absolue du sujet. De fait, malgré des mouvements spasmodiques terrifiants, mais purement mécaniques, le condamné n'avait assurément conscience de rien et la mort survenait par prolongation de l'action. De semblables conditions ne sont jamais réunies dans les faits accidentels.

Le professeur Weber, de Zurich, a eu l'héroïsme de se soumettre à l'action de courants alternatifs à 50 fréquences, sous des tensions variables, dans des conditions scientifiquement déterminées, qui ont apporté des renseignements précis sur des faits restés, malgré tout, fort obscurs. Dans une première série d'expériences, M. Weber saisis-

sait des deux mains deux conducteurs métalliques de potentiels opposés, et il faisait croître la différence de potentiel de 30 à 100 volts efficaces. Pour 30 volts, le courant prenait une intensité de 15 milliampères et l'expérimentateur éprouvait une vive douleur, accompagnée de contractions violentes ; mais un grand effort de volonté lui permettait d'ouvrir les mains et de lâcher les conducteurs. Pour 50 volts, il ne put plus se dégager et la douleur devint si forte qu'on n'osa pas prolonger l'essai au delà de deux secondes. Pour 90 volts, on faisait passer le courant moins longtemps encore et la douleur arrachait des cris au patient. Il était fort dangereux d'aller plus loin; d'ailleurs, il arrive rarement qu'un homme ferme le circuit en interposant son corps entre les pôles opposés d'une canalisation. Il était intéressant d'analyser les phénomènes qui se produisent quand une personne, debout sur le sol, touche un conducteur en service : c'est la forme la plus habituelle des accidents. Se plaçant donc sur une route macadamisée humide, M. Weber appuya le doigt sur un conducteur à 2000 volts et éprouva une violente sensation de brûlure : nous ne savons rien sur l'état d'isolement plus ou moins parfait de la canalisation, mais on nous apprend que les chaussures étaient parfaitement sèches. En se tenant sur un sol argileux humide couvert de poussière de houille, et en portant la main sur un conducteur à 1300 volts, les doigts se contractaient et le contact ne pouvait plus être abandonné. M. Weber a conclu de son essai qu'un conducteur, dont le potentiel n'excède pas 1000 volts alternatifs, n'est pas dangereux pour une personne munie de chaussures sèches, alors même qu'elle appuierait momentanément ses pieds sur un sol humide.

M. Hubert Kath a fait, à la septième réunion annuelle des Électro-techniciens allemands, à Hanovre, une remarquable communication sur l'action physiologique des courants sur l'organisme humain. Partant de ce fait expérimental que le maximum de courant supportable pour

l'homme ne dépasse pas 0,3 ampère, il a déterminé quelle est la résistance du corps suivant des chemins divers. A travers les bras et la poitrine, elle est de 500 ohms ; la main oppose, d'autre part, au contact direct une résistance de 500 ohms aussi. Un ouvrier, qui saisit un conducteur d'une main et touche de l'autre avec le bout du doigt un second fil, met en circuit environ 50 000 ohms ; le danger commence donc pour lui dans cette position à 50 000 × 0,3 = 15 000 volts. Un ouvrier, aux mains rugueuses, les pieds chaussés de sabots, debout sur un sol bourbeux, donnait, depuis la main jusqu'au sol, de 15 000 à 150 000 ohms. Dans une salle de turbines à sucre de raffinerie, on trouva de 3000 à 50 000 ohms ; dans une salle dont le sol était imprégné de lessive de strontiane, la résistance tomba quelquefois à 200 ohms : dans ces conditions, une tension de 200 volts aurait été dangereuse.

Toutes ces données sont du plus haut intérêt : elles confirment ou expliquent certains incidents restés mystérieux jusqu'ici, et il est certain que ces expériences, poursuivies sur des animaux ou sur l'homme, faciliteront l'analyse des phénomènes brutaux et foudroyants du choc électrique et indiqueront aux médecins de quelle manière ils doivent intervenir pour sauver ceux qui ont été frappés. Voilà, en effet, le but principal de toutes ces recherches et de toutes ces études.

C'est la formule de M. d'Arsonval qui a certainement rendu le plus de services jusqu'ici et qui a été la plus féconde : il importait de la vulgariser, et d'en développer les conséquences. Le public savait à peu près ce qu'il fallait faire d'un noyé; mais il convenait de tracer un programme net et précis de l'ensemble des manœuvres à effectuer et des précautions à prendre. L'Académie de Médecine fut donc invitée à rédiger une notice substantielle et précise : le travail a été fait par MM. d'Arsonval, Bouchard, Gariel et Laborde.

Voici cette notice ; je la reproduis *in extenso*.

« On transportera d'abord la victime dans un local aéré où l'on ne conservera qu'un petit nombre d'aides, trois ou quatre, toutes les autres personnes étant écartées.

» On desserrera les vêtements et on s'efforcera, le plus rapidement possible, de rétablir la respiration et la circulation.

» Pour rétablir la respiration, on peut avoir recours principalement aux deux moyens suivants : la traction rythmée de la langue et la respiration artificielle.

» 1° Méthode de la traction de la langue. — Ouvrir la bouche de la victime et, si les dents sont serrées, les écarter en forçant avec les doigts ou avec un corps résistant quelconque : morceau de bois, manche de couteau, dos de cuiller ou de fourchette, extrémité d'une canne, etc.

» Saisir solidement la partie antérieure de la langue, entre le pouce et l'index de la main droite, nus ou revêtus d'un linge quelconque, d'un mouchoir de poche, par exemple (pour empêcher le glissement), et exercer sur elle de fortes tractions répétées, successives, cadencées ou rythmées, suivies de relâchement, en imitant les mouvements rythmés de la respiration elle-même, au nombre d'au moins vingt par minute.

» Les tractions linguales doivent être pratiquées sans retard et avec persistance durant une demi-heure, une heure et plus.

» 2° Méthode de la respiration artificielle. — Coucher la victime sur le dos, les épaules légèrement soulevées, la bouche ouverte, la langue bien dégagée.

» Saisir les bras à la hauteur des coudes, les appuyer assez fortement sur les parois de la poitrine, puis les écarter et les porter au-dessus de la tête, en décrivant un arc de cercle, les ramener ensuite à leur position primitive, en pressant sur les parois de la poitrine.

» Répéter ces mouvements environ vingt fois par minute, jusqu'au rétablissement de la respiration naturelle.

» Il conviendra de commencer toujours par la méthode

de la traction de la langue, en appliquant en même temps, s'il est possible, la méthode de la respiration artificielle.

» D'autre part, il conviendra concurremment de chercher à ramener la circulation en frictionnant la surface du corps, en flagellant le tronc avec les mains ou avec des serviettes mouillées, en jetant de temps en temps de l'eau froide sur la figure, en faisant respirer de l'ammoniaque ou du vinaigre. »

Une circulaire, émanée du ministère des Travaux publics à la date du 19 août 1895, a complété cette notice en indiquant d'une manière substantielle les mesures qu'il faut prendre d'urgence à la suite d'un contact avec des conducteurs à haute tension. Elle développe surtout ce qu'il y a à faire dans le cas, le plus fréquent de tous, où un fil est tombé sur le sol et touche encore la victime. Il faut écarter le fil à l'aide d'un bâton de bois en évitant surtout que, dans cette manœuvre, il ne se produise un nouveau contact du fil avec le visage, les mains ou une partie nue du corps de la victime. Si le sauveteur ne dispose pas d'une tige de bois, il pourra se couvrir les mains de gants épais, ou les enrouler d'un mouchoir sec et épais ou d'une pièce d'étoffe ; on pourrait, mieux encore, retirer sa veste ou son paletot, et le mettre sens devant derrière, enfoncer ses mains dans les manches et former ainsi une forte épaisseur entre la peau du sauveteur et le contact électrique à affronter. S'il faut dégager la victime du fil, on pourra ainsi arriver à ce résultat sans danger ; on pourra même, s'il y a crispation des doigts, les lui ouvrir de force l'un après l'autre, en ayant soin toutefois de ne pas poser les pieds dans une flaque d'eau ou sur une pièce de métal ; on se gardera surtout de toucher à la fois deux fils différents. La circulaire affirme avec raison que, en se conformant strictement à ces prescriptions, le sauveteur ne court aucun risque, quand bien même il ressentirait accidentellement quelques secousses. En cas de besoin, on pourrait sectionner le fil conducteur à l'aide d'une

hache à manche de bois sec ou de tout autre outil emmanché de bois : il faudra opérer deux coupures en deux points situés de part et d'autre du malheureux, le plus près possible des poteaux de suspension. Il n'y aurait aucun danger à maintenir le fil sous le pied par l'intermédiaire de matières isolantes telles que bois sec, planches, copeaux, bottes de paille, cordes et vêtements secs.

L'Electrical World a donné, sous la signature du Dr Goelet, un article qui a été traduit par plusieurs revues françaises (1) et qui renferme aussi des indications pratiques sur le même sujet. Il signale comme moyen extrême, réservé aux hommes de l'art, une action violente sur le muscle sphincter, qui peut déterminer une inspiration alors que tous les autres moyens sont restés infructueux. L'oxygène, qu'on peut trouver quelquefois dans les pharmacies des villes, serait un puissant stimulant pour le cœur, si on parvenait à le faire pénétrer dans les poumons : il faudrait produire un écoulement de ce gaz dans un cornet de papier, dont on recouvrirait la bouche et le nez pendant que l'on continuerait avec ardeur les manœuvres de la respiration artificielle. Le Dr Goelet déconseille surtout de verser dans la bouche du patient quelque stimulant liquide, qui pourrait achever de l'asphyxier.

Dans leur réunion de 1899, les ingénieurs électriciens allemands ont élaboré à leur tour un code des premiers soins à donner en cas d'accident : nous n'y relèverons que les indications nouvelles. Notons d'abord que l'article 1er prescrit de chercher tout de suite un médecin : c'est évidemment par là qu'il faut commencer. En attendant, on donnera à la tête une situation élevée et l'on appliquera sur le front des compresses d'eau froide ; on pourra aussi faire des injections hypodermiques d'huile de camphre. Tout cela serait inutile, si la respiration n'était plus perceptible et, dans ce cas, il n'y a que les tractions de la

(1) L'Électricien, 26 octobre 1895.

langue et la respiration artificielle qui puissent donner un résultat. Ce n'est qu'après deux heures d'efforts ininterrompus, qu'en conscience on aura le droit de renoncer à ces manœuvres.

Ce dernier point ne saurait être assez mis en lumière : la mort n'est, en effet, souvent qu'apparente et il faut se garder d'un découragement qui pourrait coûter la vie au patient. Les secours de la religion peuvent encore tomber sur un être vivant, alors même que le corps serait inanimé et que tous les symptômes seraient concordants pour faire croire qu'on a devant soi un cadavre inerte (1).

La pratique a confirmé cet aphorisme, vrai pour les noyés, les pendus et les foudroyés, qu'il faut toujours agir, contre toutes les apparences, comme si le sujet vivait encore. Un grand nombre de personnes frappées par l'électricité, ont dû la vie aux efforts admirables d'un compagnon ou d'un médecin, qui s'est dépensé pour elles. Je voudrais pouvoir en rapporter de nombreux exemples; mais l'héroïsme est toujours modeste et ne fournit pas d'éléments à la statistique.

L'Electrical Engineer a raconté le fait d'un employé d'une compagnie de New-York, âgé de 33 ans, lequel avait reçu le choc d'une canalisation à 3000 volts et avait été atrocement brûlé aux bras et aux jambes, mais qui avait pu être rappelé à la vie par une heure et demie de soins énergiques d'un médecin aidé de trois ouvriers, ses camarades.

A Saint-Denis, MM. Picou et Maurice Leblanc ont obtenu un succès plus remarquable encore; un électricien, victime d'un accident que nous avons raconté plus haut, ne put être descendu sur le sol que trois quarts d'heure après avoir été mis en court circuit direct entre les conducteurs d'une ligne à 4500 volts et 55 fréquences : il était inanimé. Après avoir essayé en vain de faire de la

(1) J'ai déjà insisté sur cette consolante indication dans mon premier article sur ce sujet.

respiration artificielle, on put lui ouvrir la bouche et dégager sa langue ; ses poumons reprirent alors leur fonctionnement et, après deux heures d'efforts, on eut la joie de l'entendre parler. Il ne lui resta de cette cruelle épreuve que des brûlures sans gravité, qui guérirent rapidement.

Un des plus émouvants sauvetages que je connaisse est celui que M. Lespinasse eut le bonheur de faire à Saint-Omer, à la suite de l'accident que j'ai narré par le détail. La catastrophe s'était produite à 4 kilomètres de l'usine, et il avait fallu courir à la recherche de l'ingénieur-directeur qui était en ville : il n'arriva sur les lieux qu'au bout d'une heure. La seconde victime présentait toutes les apparences de la mort, mais l'état de crispation de ses mains laissait quelque espoir : on pratiqua sur lui la respiration artificielle, par la traction rythmée de la langue et le mouvement des bras, en lui tenant les dents desserrées à l'aide d'un morceau de bois. Au bout d'un quart d'heure, M. Lespinasse entendit un râle : l'homme était sauvé. Un médecin, qui arriva alors à son secours, pratiqua des piqûres d'éther et appliqua des sinapismes aux jambes, dont l'effet fut très efficace. Au bout de trois heures, on transporta le patient à l'hôpital de Saint-Omer où il se remit assez vite. Le surlendemain, il suivait le cortège qui conduisait son infortuné camarade à sa dernière demeure. Celui-ci n'avait pu être ranimé ; mais il a été établi qu'il souffrait du cœur, et c'est à cette cause qu'on peut attribuer l'insuccès des soins qui lui avaient été prodigués.

Les moyens de secourir les victimes des accidents électriques sont donc connus ; ils sont d'une application relativement facile, puisqu'il ne faut pas de médicaments, et ils sont souvent efficaces. Tout homme de cœur n'hésitera donc pas à se multiplier et à se dévouer pour ranimer un malheureux que le courant a renversé par terre. Il ne faut que de la constance et de l'énergie : l'habileté profes-

sionnelle est utile, mais non pas nécessaire. On n'a besoin d'aucun instrument, ni d'aucun appareil spécial ; un mouchoir suffit pour opérer la traction de la langue : peut-être pourrait-on faire usage de pinces, mais la facilité obtenue n'est pas si grande qu'on pourrait le croire.

Un Américain, auquel on ne déniera ni l'initiative ni l'originalité, le docteur Gibbons, a construit un appareil pneumatique à double effet qui doit permettre de rétablir rapidement la respiration des victimes en état d'asphyxie. Deux soufflets à main ordinaires sont reliés l'un à l'autre et rendus solidaires ; chacun d'eux se termine par un tube flexible aboutissant à un Y, dont on introduit l'extrémité dans la bouche, dans le nez et, au besoin, dans un trou qu'on pratiquerait dans la gorge. Les soupapes des soufflets sont disposées de telle sorte que l'air contenu dans les poumons soit d'abord aspiré par l'un d'eux, tandis que l'autre y refoulerait un instant après de l'air pur. On obtiendrait ainsi les inspirations et les expirations alternatives qui constituent la respiration naturelle. Le Dr Gibbons avait sollicité la faveur d'essayer son appareil sur un électrocuté, mais elle lui fut refusée et il dut se borner à expérimenter sur des animaux, ce qu'il fit avec un plein succès, a-t-on dit : ce serait à souhaiter. Avec un soufflet Gibbons et des vessies pleines d'oxygène, on sauverait sans doute tous ceux qui meurent par asphyxie.

Il ressort de tout ce qui précède que les recherches des physiologistes et des maîtres dans l'art de guérir, ont découvert et mis à notre disposition des moyens pratiques et efficaces de rappeler à la vie les malheureux dont un choc électrique a arrêté les fonctions du cœur et des poumons. Les procédés sont simples et à la portée de tous : qu'on les fasse donc connaître de tous et bien des victimes seront sauvées !

Je serais heureux que ce travail de vulgarisation contribuât à ce résultat ; c'est un des objectifs que je m'étais proposés.

Il me semble que cette étude pourra rassurer, d'autre part, ceux qui s'effrayent outre mesure des développements rapides et incessants des transports d'énergie par les courants alternatifs à haut voltage. Ce progrès ne saurait être enrayé, car les services rendus par ces transports sont trop considérables ; les frais élevés d'établissement des canalisations souterraines imposeront d'ailleurs, le plus souvent, l'installation des lignes aériennes. Il faudra donc que le XXe siècle s'habitue à tolérer ces réseaux de distribution dont les mailles se serreront tous les jours : ces fils seront, il est vrai, des épées de Damoclès suspendues sur nos têtes ; mais pourquoi les redouter, si l'on peut les empêcher de tomber et de blesser, et si l'on a partout sous la main le remède qui guérira leurs blessures ? Or, il faut reconnaître qu'il en est réellement ainsi ; en effet, les accidents seraient bien rares, si l'on ne commettait jamais aucune imprudence ; ils feraient peu de victimes, si toutes les mesures préventives étaient habilement prises, et peu de victimes succomberaient, si les remèdes étaient appliqués avec intelligence et énergie. Gardons-nous donc de paralyser les progrès de l'électricité : c'est l'instrument providentiel de la conquête du monde par l'homme !

AIMÉ WITZ.

L'ÉTAT PRÉSENT DE L'ESPAGNE

ET

LA CAMPAGNE DES CHAMBRES DE COMMERCE (1)

LA VIEILLE ESPAGNE

A la fin du XVIIIe siècle, l'Espagne semblait parvenue à une situation tout à fait brillante.

Les recettes du Trésor atteignaient 200 millions; 80 vaisseaux de ligne garnissaient les arsenaux et le port de Cadix rivalisait avec Londres, de richesse et d'activité.

A vrai dire, cette prospérité était un peu *en façade*, et les bases en étaient fragiles, comme tout ce qui n'a d'autre appui que le prestige des armes.

La production agricole de la péninsule, bien inférieure à ce qu'elle est aujourd'hui, nécessitait une importation considérable de denrées alimentaires ; les manufactures étaient peu nombreuses et produisaient des articles de qualité très médiocre, de telle sorte que la richesse nationale reposait essentiellement sur l'exploitation des vastes colonies échues au trône de Castille.

Sous d'habiles administrateurs, un tel État présentait les dehors de l'ordre et de la force et l'Espagne entière parvenait à vivre commodément. En temps de paix l'armée innombrable des fonctionnaires dont les profits illicites

(1) Nous insérons cet article à titre documentaire (N. D. L. R.).

formaient le plus clair bénéfice, installée en parasites sur la gigantesque proie, commettait mille abus, sans crainte du roi, « très loin », ni de Dieu « très haut » ! Les choses étaient arrangées de façon à répartir la manne coloniale entre le plus grand nombre possible de « chrétiens purs », comme s'intitulaient les Espagnols. Il fallait se hâter de faire fortune ; d'où cette conséquence que l'oppression était maladroite et tout à fait insupportable. En dépit des malversations de fonctionnaires corrompus, les colonies rapportaient encore en 1817 une somme de 43 millions de francs au roi d'Espagne, dans laquelle, à vrai dire, le Mexique entrait pour plus des trois quarts.

Quand l'excès des maux suscitait la révolte, le système d'exploitation n'était point interrompu ; il prenait seulement une autre forme. L'Espagne « bottée » entrait alors en scène et le sac d'Anvers laissera en notre pays l'impérissable souvenir de cette soldatesque.

Ces mœurs de proie sont fort éloignées de l'idéal bourgeois qui fonde la fortune sur le travail, l'ingéniosité et l'épargne (1).

Du haut en bas, la société espagnole au dernier siècle se composait de nobles, et si quelque commerçant s'y rencontrait, il n'avait aucunement l'état d'esprit caractérisant le bourgeois.

Son négoce, il l'exerçait par droit de conquête, comme l'artisan travaillait, si peu d'ailleurs, entre son épée et sa guitare.

L'Espagne, en effet, fabriquant peu et mal, transitait seulement le rebut des manufactures européennes et les imposait à ses sujets d'Amérique ou d'Océanie, à des prix qu'aucune concurrence ne pouvait abaisser.

(1) Sur l'œuvre coloniale de l'Espagne : *La colonisation chez les peuples modernes*, par P. Leroy-Beaulieu. — *Le régime colonial de l'Espagne*, par A. Posada. REVUE DU DROIT PUBLIC ET DE LA SCIENCE POLITIQUE, 1898 et 1899 et une série d'articles publiés dans l'ILLUSTRATION FRANÇAISE en mars 1899 sur Cuba. — Au point de vue spécial de l'influence des ordres religieux : Garay, *El Communismo de las Misiones de la Compañia de Jesus*. Madrid, 1897 (Ce livre est un peu *antimonacal*).

C'était, en vérité, la perception d'un tribut. Dans cette société singulière, la bourgeoisie n'avait point de place.

Toute la nation descendait des croisés et des « conquistadors » et, par suite, tout le peuple avait droit de vivre en seigneurs sur ce quartier du globe assujetti aux rois catholiques. Jovellanos, l'un des rares écrivains de talent qu'ait produits cette période, poursuivait de sarcasmes cinglants ce peuple abaissé par une existence parasitaire et ne demandant autre chose à la vie que « du pain et des taureaux ». Bien que cet état de choses ait été détruit dès le début du XIXe siècle, les convulsions politiques incessantes ont empêché l'Espagne de suivre l'évolution sociale de l'Europe.

LE TIERS-ÉTAT ESPAGNOL

Aujourd'hui, la classe patronale et commerçante acquiert quelque consistance, surtout dans les provinces du Nord ; mais elle se trouve exploitée comme l'étaient les colonies. Le parasitisme s'étant concentré dans la péninsule, ceux qui travaillent et créent la richesse trouvent insupportable le fardeau de budgétivores qu'ils doivent entretenir.

Les bourgeois de fraîche date s'intitulent fièrement « producteurs », par opposition aux descendants dégénérés des vieux conquistadors, maintenant employés concussionnaires ou officiers dérisoires.

Dans cette société attardée, la lutte présente des caractères analogues à ceux qui ont marqué les débuts de la Révolution française, et cette analogie a paru plus frappante quand la bourgeoisie a tenu à Saragosse de mémorables séances, écho affaibli des États-Généraux de 1789.

L'initiative de cette sorte de Parlement érigé en face de celui qui siégeait de par la loi, revient à la Chambre de commerce de Carthagène, qui lança aux autres Chambres de la péninsule, un appel pressant les invitant à se réunir

pour étudier ensemble les moyens de relever l'Espagne de son état d'abaissement. La première à répondre à cet appel fut la Chambre du Haut Aragon, dont le président M. Paraiso devait jouer bientôt un rôle des plus importants dans le nouveau mouvement. Beaucoup d'autres suivirent cet exemple.

Ces Chambres de commerce, revêtues d'un caractère officiel par un décret royal de 1886, envoyèrent des délégués à Saragosse et reçurent en outre l'appui moral d'un grand nombre de cercles commerciaux sans caractère officiel (1).

Leur réunion obtint cette heureuse fortune que toute une Espagne oubliée, méconnue — je serais tenté de dire l'Espagne de Sancho Pança — eut la sensation qu'elle était vraiment représentée par ces braves négociants venus des quatre coins de la péninsule dans la cité héroïque.

Portés par le sentiment populaire, ils ont tracé, à grandes lignes, bien nettes, le schéma des réformes nécessaires. Le Directoire désigné par l'assemblée et son président M. Paraiso eurent un instant tous les partis pour soutiens.

« Pour la première fois en Espagne, dit une correspondance à l'INDÉPENDANCE BELGE, tous les politiciens et les hommes d'État furent d'accord pour applaudir la vigoureuse initiative prise à Saragosse par les représentants des Chambres de commerce. Les chefs des partis rivalisèrent en démonstrations de sympathie pour les vœux de ces Chambres qui représentent, somme toute, la majorité des forces progressistes de la péninsule. Quand le Directoire et le président élus par l'assemblée de Saragosse vinrent porter à Madrid l'exposé de leurs aspirations, pour le remettre solennellement au chef de l'État et à ses ministres, le gouvernement libéral de l'époque, présidé par M. Sagasta, leur fit un excellent accueil. M. Silvela, à la

(1) L'ÉCONOMISTE FRANÇAIS, 17 février 1900. *La Campagne des Chambres de Commerce.*

tête de l'opposition conservatrice en ce moment-là, et M. le général Polavieja, incorporèrent dans leurs programmes du parti conservateur et catholique la plupart des conclusions de l'assemblée de Saragosse. Les républicains ne se firent pas prier pour offrir leur concours à des éléments qu'aucun parti espagnol n'eût dédaignés comme auxiliaires de sa politique, et M. Paraiso, président du Directoire des Chambres en même temps que président de la Chambre de commerce de Saragosse, leur était doublement sympathique en sa qualité de républicain aragonais. Il n'y eut pas jusqu'aux Carlistes qui s'empressèrent de dire que le programme de Saragosse était compatible avec les vues de leur Roi en exil, là-bas, à Viarregio, près Venise. »

Mais cette période de concorde a été brève et les résistances gouvernementales suscitèrent bientôt la réunion d'une nouvelle assemblée, qui se tint à Saragosse en février 1899. Les cadres de cette assemblée des *Producteurs* étaient déjà bien plus larges. Tous les groupements ayant un but d'intérêt économique s'y trouvaient représentés. L'objet que l'on avait en vue rappelait à la fois les réformes de 1789 et l'œuvre accomplie en Angleterre par l'*Anticorn-law-League* en 1846.

LA LIGUE DES PRODUCTEURS

A l'instar des fondateurs de celle-ci, ces assemblées de février créèrent la *Ligue nationale des Producteurs*, dont les idées radicales touchant la procédure à suivre, bien que peu goûtées tout d'abord, triomphent entièrement aujourd'hui.

Deux mois plus tard, la Ligue publiait son *Manifeste* qui se trouve être le meilleur exposé des motifs de toutes les conclusions adoptées par les Congrès réformistes, car il nous initie à toutes les questions dont les procès-verbaux des Congrès donnent les solutions.

C'est à ce titre que nous lui donnerons la priorité sur les autres documents de la campagne entreprise par les Chambres de commerce et les groupes alliés.

C'est un exposé sombre de l'état économique du pays et un plan général de réformes ; c'est aussi une menace. Ses auteurs paraissent s'approprier certaines paroles singulièrement violentes et cependant applaudies à Saragosse par des milliers de personnes représentant l'élite de la bourgeoisie espagnole : « S'il fallait continuer à vivre comme nous vivons, il vaudrait mieux nous livrer tout de suite à la France ou à l'Angleterre, en mettant un point final à l'histoire de l'Espagne. »

Certes, ce serait une erreur de prendre ces mots au pied de la lettre ; mais ils affirment bien la volonté de la Ligue d'obtenir une révolution économique *à tout prix*.

Le manifeste n'est malheureusement pas exempt de la prolixité nationale et dans l'exposé de la situation, précédant le projet de réformes, l'on a parfois préféré une phrase pompeuse à la sèche éloquence des faits. La vérité n'y trouve pas toujours son compte. Enfin, les auteurs ont négligé un côté capital dans le problème du relèvement de l'Espagne : le développement rationnel des industries qui emploient les minerais espagnols. L'enrichissement que l'on peut en attendre a été malheureusement très négligé, et c'est une grave lacune.

Quoi qu'il en soit, indépendamment de son influence sur le dénouement de la crise actuelle, le manifeste a également une réelle importance pour qui veut connaître l'état actuel de l'Espagne.

LA PSYCHOLOGIE DE L'ESPAGNE

Le manifeste de la Ligue, étudiant le problème de la ruine nationale et ne sachant qui accuser de tant de désastres, a le beau courage de s'en prendre à la nation

entière et d'incriminer franchement la psychologie de la race, « l'une des plus pures, des plus homogènes et des plus uniformément réparties de l'Europe » (1).

La situation de l'Espagne, après la triple guerre qui vient de finir, paraît, à certains égards, plus grave que la ruine de la France en 1871, et l'on peut dire sans exagération, que le pays se trouve en arrière d'un siècle sur le reste de l'Europe. La guerre aurait coûté 3 milliards et demi (2), chiffre énorme pour un pays de moins de 20 millions d'habitants; mais le mal datait de bien plus loin. Il faut avoir le courage de dire, avec Canovas et Silvela, que le mal prend sa source dans l'âme de la race et que la nation espagnole est condamnée à mort, si elle ne change promptement et absolument sa façon de comprendre la vie. « Tout ce qui vaut quelque chose et dont notre race incapable n'a su tirer aucun parti, deviendra la proie des nations étrangères, tel un bolide dont la masse désagrégée se divise dans la sphère d'attraction des planètes vivantes (3). »

Les hommes d'État les plus clairvoyants dans l'opposition semblent frappés d'incapacité dès qu'ils parviennent au pouvoir. Ainsi en fut-il de Canovas, et Silvela ne justifie pas davantage les espérances que l'on avait mises en lui, car les gouvernants sont pris dans le réseau des choses anciennes. Pourtant, chaque jour qui se perd rend plus inévitable la catastrophe finale, chaque jour apporte dans l'ordre économique les désastres d'un nouveau Cavite ou d'un nouveau Santiago.

(1) Dr F. Oloriz, *Distribution de l'indice céphalométrique en Europe.*

(2) Ce chiffre est inexact. Les conséquences de la guerre se traduisent par une augmentation en capital de 3 milliards (y compris les dettes coloniales mises à charge de la métropole) et de 12 millions de livres sterling en intérêts. Le premier chiffre est donné par l'ÉCONOMISTE FRANÇAIS, 1899, p. 823. Le second est extrait du rapport du COUNCIL OF FOREIGN BONDHOLDERS. — La EPOCA soutient que la guerre a coûté seulement 1 700 000 000 pesetas.

(3) Comparer *Le Peuple Espagnol*, par A. Fouillée, REVUE DES DEUX MONDES, 1er octobre 1899. *Psychologie sociale de l'Espagne*, par Georges Laisné. MERCURE DE FRANCE, juillet 1898.

Voyant que le navire sombre, les classes productrices, qui jusqu'à présent s'étaient désintéressées de la manœuvre, s'avisent que le vaisseau n'est plus du tout gouverné et se mettent elles-mêmes spontanément à l'œuvre du sauvetage. La Ligue nationale des producteurs, contribuables, industriels et intellectuels, constituée à la seconde assemblée de Saragosse du 15 au 21 février 1899, se propose donc comme objet « de parvenir par les moyens les plus énergiques et les plus efficaces à la reconstitution immédiate de la nation espagnole ».

Enfin, l'on cesse d'imputer au seul gouvernement tout le mal, et c'est vraiment une grande nouveauté de voir cette Ligue de producteurs baser son programme de réformes, plutôt sur le changement des individus que sur le changement du personnel gouvernemental.

L'œuvre de la Ligue repose donc sur un fondement qui me paraît excellent : l'aveu que depuis des siècles, l'Espagne s'abandonne à des rêves funestes, oubliant les vrais chemins de la vie.

L'on sait comment Madame d'Aulnoy et de Gourville relevaient, il y a deux siècles, les traits non effacés qui, déjà alors, plaçaient l'Espagne si loin des nations d'Europe. Aujourd'hui comme alors « le premier trait du caractère espagnol, c'est le manque de sens pratique. Il ne sait pas et surtout il ne veut pas s'accommoder aux choses. La superbe est son fond et il juge le souci de l'utile trop bas pour lui ».

En ces quelques lignes, écrites par Taine en sa remarquable étude sur Mme d'Aulnoy, il y a plus de vérité que dans toutes les dissertations publiées depuis Cavite et Santiago.

Faut-il parler de l'*Évolution politique et sociale de l'Espagne*, par Yves Guyot ? Je n'en suis guère tenté.

« L'exemple du peuple espagnol, dit-il, est utile à méditer pour les Français. Ils doivent se méfier des gens qui voudraient transformer les compatriotes de Voltaire en compatriotes de Torquemada. »

Tout l'ouvrage est dans ce goût. En dépit du vernis scientifique dont il est couvert, ce n'est qu'un pamphlet anticlérical haineux et faux.

D'autres, d'un caractère plus élevé, sont néanmoins tombés en d'étranges erreurs.

C'est ainsi que Fouillée dans un article remarqué de la REVUE DES DEUX MONDES, déclarait que les Espagnols comme les Italiens sont privés de l'esprit d'épargne, ce qui est radicalement faux pour l'un et l'autre peuple.

D'un côté, l'Italien pousse à ses dernières limites la vertu d'économie, et c'est ainsi qu'on évalue à 100 millions de lires les remises faites annuellement à leur patrie par les émigrants italiens.

Les Espagnols ne sont guère moins thésauriseurs ; il y a chez eux beaucoup plus de capitaux qu'on ne le pense, puisque les banques espagnoles ont deux milliards de fonds en dépôt (1). De plus, les titres de la rente tendent à être rapidement rachetés par les indigènes.

Ainsi que l'observait Mme Pardo-Bazan dans sa conférence du 18 avril 1899, ce rachat par les nationaux, des fonds indigènes a même eu ce résultat de clore l'ère des *pronunciamentos*, en intéressant puissamment la bourgeoisie au maintien *avant tout* de l'ordre matériel (2).

La péninsule a absorbé la plus grande partie des bons cubains émis de 1886 à 1890 ; elle a souscrit 250 millions d'amortissable en 1891, 200 millions d'obligations du Trésor, racheté les deux tiers de la rente extérieure et plus récemment, le 15 novembre 1896, elle a souscrit 594 691 500 fr. pour 400 millions que le gouvernement demandait (Raffalowich, *Le marché financier*, 1896-1897).

Certes, le goût des placements sûrs comme des fonctions

(1) En 1898 : Banque d'Espagne, 790 millions ; Banque Hispano-Coloniale, 177 millions ; Banque de Barcelone, 111 millions ; Credito Mutuo, 66 millions. — Les dépôts sont surtout abondants à Bilbao.

(2) EL IMPARCIAL, 30 mars 1899. *Signos favorabiles.*

gouvernementales est très marqué en Espagne ; mais, sous ce rapport même, il y a progrès car les portefeuilles espagnols s'ouvrent maintenant à des titres comme ceux de la Banque d'Espagne ou de la Compagnie fermière de tabacs, rapportant d'ailleurs, l'un 24 et l'autre 26 p. c. (1).

Les capitaux rapatriés à la suite de la perte des colonies et qu'on évalue à 500 millions, semblent disposés à s'employer au relèvement de la patrie.

C'est ainsi que nous constatons qu'en 1899, il a été fondé 7 sociétés de crédit avec 35 millions de capitaux, 6 sociétés pour la fabrication du sucre avec 20 millions, 23 sociétés de navigation représentant 36 millions, 6 sociétés d'électricité, 7 sociétés minières métallurgiques (2).

Les capitaux s'enhardissent particulièrement en Catalogne et dans le pays basque, de telle sorte que cette crainte des risques et des responsabilités, que les psychologues se plaisent à incriminer comme un signe de décadence, est plutôt un reste du passé qui va tous les jours en s'atténuant (3). « Les capitaux étrangers ont sans doute contribué à ce progrès, notamment dans les industries de Pasajes, de Saint-Sébastien, de Renteria en Guipuzcoa, dans certaines industries et surtout dans les mines de la Biscaye et, à un degré moindre, en Alava et dans les mines et la viticulture de la Navarre. Mais on ne saurait nier que la majeure partie du développement des quatre provinces et de la Rioja, de Logrono, est due aux efforts, à l'énergie des habitants eux-mêmes. Ces efforts se sont particulièrement révélés par les chemins de fer à voie étroite qui sillonnent le territoire en tous sens, les tramways électriques, la lumière électrique non seulement dans les chefs-lieux, mais dans plus de soixante petites villes. C'est le capital et l'épargne indigènes qui ont fait tout cela, et quoique l'initiative soit partie des

(1) Raffalowich, *Le marché financier*, 1899.
(2) Los Negocios, 15 janvier 1900.
(3) René Bazin, *Terre d'Espagne*.

chefs-lieux et des villes, il est incontestable que les ruraux, les habitants des petites villes, où presque tout le monde est encore carliste, ont emboîté le pas, se sont intéressés à ces entreprises et y ont trouvé une aisance et des fortunes inespérées (LE TEMPS, 15 avril 1899). »

Pour trouver le mépris de la production économique dans toute sa force, il faut remonter à des époques où l'on place généralement l'apogée de la race castillane. C'est alors que la richesse ne connaissait d'autre origine que la faveur des grands, l'intrigue, les coups de force ou de hasard. Cervantès en donne un trait frappant.

Dans l'épisode du *Captif*, il nous présente un père distribuant son argent entre ses fils et leur donnant en même temps ses dernières directions pour leur conduite dans la vie :

« Nous avons, dit-il, un vieux proverbe en Espagne, qui dit qu'il n'est que trois moyens de s'enrichir : l'Église, la mer, la cour. Je souhaiterais que l'un de vous se fît ecclésiastique, l'autre négociant, le troisième militaire, puisque je n'ai pas assez de crédit pour le placer à la cour. En courant ainsi les trois grandes chances de fortune, il est difficile qu'il n'y en ait pas une qui ne nous favorise ; alors, celui de vous qui réussira pourra venir au secours de ses frères moins heureux. » Le commerce, comme il l'entendait, était le négoce d'outre-mer, qui tenait souvent de près à la flibusterie.

Vers le même temps, Sully Prudhomme disait : « Pâturage et labourage sont les deux mamelles nourricières de la France. »

On discerne aisément les conséquences respectives de conceptions économiques si différentes; mais en réalité, dès avant l'initiative des Chambres de commerce, les idées pratiques, nées avec la bourgeoisie, étaient déjà en très forte hausse (1). Le point de vue même où se sont placées

(1) Voir une série d'articles parus dans le TEMPS, notamment les 26 e 30 mars 1899.

les assemblées de Saragosse, prouve qu'il y a quelque chose de changé dans la psychologie de la vieille Espagne.

Le manifeste révèle ce changement d'idéal, bien plus encore qu'il ne contribue à le susciter. Au lieu d'imputer toutes les fautes au gouvernement, l'on se frappe la poitrine et l'on confesse que chaque individu est un peu complice des erreurs du pouvoir, les uns directement et les autres par abstention. C'est un grand pas et le courage d'un tel aveu fait respecter les audacieux qui prétendent rejeter au creuset l'âme de leur nation.

« La racine des grands événements étant toujours un caractère de peuple » (1), ce très grand événement que serait le relèvement de l'Espagne, implique une modification dans les idées nationales, que le manifeste place justement en premier ordre.

COMMENT RELEVER LES FORTUNES PRIVÉES?

Ayant ainsi observé la légitime prééminence des phénomènes moraux, le *Manifeste des Producteurs* étudie ensuite l'état de la fortune publique et privée, constatant que le déficit à envisager est double, étant fait, à la fois, de la pauvreté de tous et de celle de chacun.

Déjà en 1595, les ministres composant la *Junta de arbitrios* déclaraient que le meilleur moyen d'enrichir l'État, c'était d'enrichir les particuliers.

Il faudrait donc chercher le moyen de relever les fortunes privées, et pour cela empêcher que les gouffres de la guerre et de la marine n'absorbent toutes les ressources sans rien laisser aux intérêts économiques.

C'est ainsi qu'après la guerre, le ministère a déposé un budget dotant de 200 millions la marine et de 100 millions seulement l'œuvre vitale des canaux d'irrigation.

(1) Taine, *Essais de Critique et d'Histoire*.

Afin de couper court à ces pratiques, les groupes fédérés demandent la création d'un budget alimenté par certaines sources de revenus lui réservées exclusivement, et dont l'objet serait d'accroître les ressources des contribuables, de les mieux armer pour les combats de la vie, de changer en quelque sorte, par des institutions appropriées, cette psychologie de l'Espagne reconnue incompatible avec les nécessités des temps modernes. Au lieu de répéter à tue-tête que l'avenir de l'Espagne est en Afrique et de sacrifier tout à cette lointaine chimère, les administrateurs des ressources de l'Espagne devraient plutôt songer que l'on peut tripler les oasis de Guadalhorce, Grenade, Murcie, Jativa, Denia, etc. et que les produits agricoles de la péninsule peuvent être accrus dans d'énormes proportions.

Ce budget spécial aura donc pour objet de relever l'homme et la terre. Parlant plus simplement, ce sont les intérêts économiques qu'il sera destiné à favoriser. Il y a manifestement dans la conception de ce budget quelque chose de vague et de mal arrêté. Ce qu'il en faut retenir, c'est que le plus grand désordre règne dans l'administration des finances espagnoles et qu'on ne voit d'autre remède au mal que la création d'un *ministère du progrès économique* ayant son budget et ses ressources indépendants (Je crains d'entrevoir derrière cette idée une nouvelle cohue de budgétivores empressés à la curée).

La réforme que doit assurer cette caisse si soigneusement gardée, n'est pas seulement économique, mais en un certain sens elle est aussi une réforme politique. Elle ne s'adresse pas seulement à l'homme, mais en même temps elle vise le citoyen.

Les révolutions n'ont affranchi le peuple ni de l'oppression, ni de la misère, ni de l'ignorance.

Jusqu'en cette fin de siècle l'Espagnol n'a pas encore appris ce qu'est la liberté : « 1° Parce que son estomac

toujours affamé est dans une étroite dépendance ; 2° parce que son manque d'instruction en fait l'instrument passif de la direction et des conseils d'autrui ; 3° parce que les tribunaux ont hérité des vices de l'antique absolutisme et qu'il n'y a de justice que le nom. »

Bien que présentées en un style emphatique, ces observations sont malheureusement exactes.

LES ÉLÉMENTS DU PROBLÈME FINANCIER

Mais il n'y a pas seulement une réforme profonde à entreprendre dans les mœurs. Le passé a créé un problème financier d'une difficulté extrême et qu'il faut cependant résoudre. Les membres de la Ligue établissent sur cette question un certain nombre de principes absolus qui n'ont pas été goûtés par les intéressés.

« Il faut, disent-ils, chercher la solution dans le budget des dépenses avant de la chercher dans celui des recettes. »

Puis vient cet autre dogme que « le capital et le revenu des Espagnols ne peuvent être liés au détriment du salut de la patrie, à n'importe qui, à n'importe quelle entité, corps ou classe sociale. La nation a le droit, comme toute famille dont la fortune est ébréchée, de réduire le nombre de ses serviteurs. »

« C'est une somme de 200 à 250 millions de pesetas que l'on doit arracher de la fosse aux lions », et certes ce n'est point là une tâche aisée.

Il faudra pour cela une véritable révolution économique. Contre qui ? Sur quel terrain ?

Les contribuables étaient auparavant obligés de soutenir isolément l'assaut du fisc ; mais aujourd'hui ces éléments épars se sont agrégés en un tout qu'anime un seul esprit et une seule voix.

Ils se refusent à supporter les charges d'un État aussi complexe que le sont l'Angleterre ou la France, et enten-

dent que l'on emprunte leurs règles de gouvernement aux pays pauvres d'Europe, au lieu d'essayer de gravir d'inaccessibles sommets.

L'Espagne est mi-européenne et mi-africaine, aussi bien par sa situation géographique que par son état économique. L'Espagne est, à bien des égards, aussi près du Maroc que de la France. « Les écoles primaires avec une étable pour tout local, la justice municipale, la plus importante de la hiérarchie, la seule justice du peuple confiée à des citoyens presque totalement illettrés, les chemins vicinaux laissés à l'action autonome des villages, autant dire à l'action destructive des éléments naturels, l'armée formée de recrues contraintes et non payées arrachées au sillon ou à l'atelier, si elles ne se rachètent du service avec tant d'autres qui, aux heures de crise, ont décliné l'honneur de défendre la patrie. N'est-ce pas là du marocain tout pur ? » L'Espagne a pu consacrer plus de ressources que son voisin du Sud, mais elle les a dilapidées en dépenses d'apparat.

Donc il s'agit de refondre tous ces organismes et toutes ces institutions, et de les réduire à la proportion qui convient à l'état de culture de l'Espagne et à ses ressources, en simplifiant sur les données européennes et en perfectionnant le plan du Gouvernement marocain ; il s'agit d'établir entre tous les organes, fonctions, services, classes et institutions de l'État, l'équilibre et l'harmonie propres à un corps sain et que les Espagnols admirent, ainsi qu'une belle œuvre d'art, dans la nation britannique.

Il faut vivre selon sa condition et Leroy-Beaulieu, dans de remarquables articles sur la *Tunisie*, signalait justement les dangers de la mégalomanie économique s'appliquant à des nations dont on méconnaît la réelle pauvreté.

LES VŒUX DE LA LIGUE DES PRODUCTEURS

Cette transformation profonde que rêvent les Chambres de commerce, n'est donc nullement une révolution politique. Cantonnée dans l'ordre économique, elle peut seule éviter l'émeute en ville et la « jacquerie » aux champs. Si cependant les cruelles leçons du passé restaient vaines, et qu'on laissât fermenter la rancune amassée par le malheur dans l'âme des foules; si les gouvernants, jadis eux-mêmes les défenseurs de ces justes propositions, trahissaient la confiance publique, la Ligue se réserve d'examiner alors quels seraient ses devoirs.

Parmi les mesures arrêtées dans les assemblées de Saragosse, un certain nombre sont d'une particulière *urgence* et ont formé le fond du programme de la Ligue des producteurs.

Ce sont :

« 1° Un plan général de canaux et de travaux de drainage dont la construction devrait être immédiatement entreprise par l'État.

2° Amélioration rapide des chemins vicinaux et d'exploitation (en suspendant la construction des grand'routes).

3° Réforme de l'éducation nationale à tous ses degrés et son développement rapide et intensif.

4° Caisse spéciale autonome dotée avec ses ressources propres pour les trois fins précédentes : enseignement et colonisation intérieure, irrigations agricoles, viabilité.

5° Organisation de l'assurance et des secours mutuels par l'initiative et sous l'administration de l'État.

6° Diminution des dépenses générales de la nation, réduction la plus considérable possible des frais ; conclusion d'un arrangement avec les rentiers de l'État.

7° Simplification et réduction des frais en ce qui concerne les titres immobiliers, la foi publique et le registre de la propriété et l'administration de la justice.

8° Abrogation de la loi municipale en vigueur et son remplacement immédiat par une autre fondée sur le principe de la décentralisation. »

LE PROGRAMME DE SARAGOSSE

Tel est le manifeste de la Ligue ; mais il serait insuffisant à donner l'idée du programme de ce nouveau parti, si nous n'y ajoutions quelques détails sur les décisions du Congrès de Saragosse, et sur cette question des canaux d'irrigation, dont l'importance en Espagne est vraiment capitale. Divers géographes s'accordent à constater que la situation écartée de l'Espagne, l'absence de rivières navigables, la disposition en compartiments fermés ne présentant que peu de plaines fertiles, un mauvais régime pluvial, en un mot l'insuffisance des avantages naturels sont l'élément principal de sa décadence. La majorité des terres espagnoles méritent le qualificatif « durum tellus » que leur donnaient les anciens, et ce n'est que par de grands travaux que la résistance du sol à donner de belles récoltes peut être vaincue (1).

Agriculture et colonisation intérieure. L'Espagne est un pays très pauvre en pluies ; celles-ci, quand elles tombent, sont torrentielles et humectent à peine le sol. C'est ainsi qu'en 1896 une sécheresse de cinq mois a presque anéanti les récoltes.

De tout temps les travaux hydrauliques ont été la condition même de l'existence de l'agriculture en Espagne. Il est bien établi aujourd'hui que les Arabes n'ont pas été à cet égard les novateurs que l'on imagine communément.

(1) THE GEOGRAPHICAL JOURNAL, June 1899. — *The geographical causes of Spain's downfall*, prof. Julius Maerker GEOGRAPHISCHE ZEITSCHRIFT, 1899, p. 6. — Cfr de Lapparent. *Géographie physique*. — Pour le déboisement, voir *Montes publicos*. BOL. SOC. GEOG. COL. Y MERCANTIL, I, 1897.

En ce pays comme dans le nord de l'Afrique, l'utilisation des eaux superficielles et souterraines avait été poussée par les Romains à un degré de perfection que l'on n'a plus atteint depuis. C'est à peine si l'on est au niveau que la culture irriguée avait atteint à l'époque préromaine (1).

De nos jours les progrès de la science hydraulique ont réalisé des merveilles aux Indes, au Cap, aux États-Unis et ces exemples ont sollicité en Espagne diverses initiatives qui n'ont pas toujours été heureuses. Certaines étaient mal comprises, d'autres se sont heurtées à des résistances inattendues. L'on réclame aujourd'hui un plan complet qui permettrait d'augmenter, dans des proportions considérables, la surface cultivable de la péninsule. L'État prenant à sa charge la construction des canaux recevrait en rémunération une partie des terres irriguées, lui permettant d'établir de nouveaux centres de population.

L'on réclame diverses autres mesures destinées à améliorer l'agriculture nationale ; telles, en premier ordre, l'extension des chemins vicinaux, la formation d'un code rural, la création d'un enseignement agricole, la revision du cadastre, la liberté de la culture du tabac dont de sérieuses études permettent, paraît-il, d'espérer d'excellents résultats. Le marché intérieur offrirait à ce produit des débouchés presque sans limites. Le tabac est le vice de l'homme du peuple en Espagne, comme l'alcool est celui de notre ouvrier. La consommation en est telle que dans une récente discussion du budget de la marine, le député Auñon disait que l'Espagne *fume* annuellement six budgets de la marine, soit plus de 120 millions de pesetas. L'on dit, d'ailleurs, que certaines régions du pays sont susceptibles de fournir des produits de qualité tout à fait supérieure.

On me pardonnera de passer sous silence de nombreux

(1) Gaston Boissier, *L'Afrique Romaine*. — REVUE ARCHÉOLOGIQUE, juillet-août 1899. *Les colonies agricoles préromaines dans la vallée du Bétis.* — Pour la culture dans l'Espagne arabe au moyen âge : Heyt, *Histoire du commerce dans le Levant au moyen âge.*

vœux de réformes touchant des matières dont l'Espagne est loin d'être seule à chercher la solution.

Signalons, comme d'un intérêt spécial, le projet de rajeunir l'enseignement en y introduisant, comme le fait le Japon, la vie scientifique des grandes universités européennes. L'Espagne est, en effet, comparable à une chambre de malade, dont les fenêtres longtemps closes doivent s'ouvrir largement aux souffles vivifiants du dehors.

De tous les problèmes agités aux assemblées de Saragosse, il n'en est pas dont l'intérêt soit plus puissant et nous touche de plus près que celui de sa réorganisation financière.

De ce côté, la situation de l'Espagne est vraiment terrible; mais le fait même que les charges prodigieusement accrues du service de la Dette sont supportées par le contribuable espagnol, suffit à lui seul, à prouver que les dernières années n'ont pas été sans apporter de sérieux progrès dans l'activité et les ressources de la péninsule. Il faut tout le parti pris d'Ives Guyot pour ne point confesser les progrès économiques de l'Espagne (1).

(1) Voici le tableau du commerce extérieur de l'Espagne pendant les trois derniers exercices.

	Importation		
	1896	1897	1898
Pierres, minéraux, verreries et poteries	69 157 316	72 715 632	58 120 006
Métaux et produits métalliques	26 158 239	24 651 656	16 850 248
Produits chimiques	57 947 298	60 183 616	53 239 528
Cotons	75 223 326	93 300 414	80 831 060
Autres tissus végétaux	22 012 977	22 822 432	21 848 147
Laines, poils et leurs produits	22 605 670	20 142 415	15 124 126
Soie et soieries	19 820 232	19 055 231	14 469 342
Papier	8 550 657	9 080 978	7 082 525
Bois et boiseries	42 446 014	45 342 129	34 945 202
Animaux et produits animals	66 743 802	67 605 885	56 126 566
Machines, moyens de transport de navires	41 857 276	49 911 624	39 551 265
Denrées alimentaires, y compris grains, huiles, vins, etc.	153 716 955	148 255 985	98 798 401
Divers	6 383 549	5 822 002	5 825 346
Articles pour railways, agriculture coloniale et monop. de tabacs	33 329 746	21 532 866	25 792 657
Or et argent	102 966 702	123 796 122	70 223 954
Totaux	748 956 737	784 196 987	596 825 751

Il est évident cependant que la charge des impôts de guerre ne pourrait continuer à peser sur la nation sans faire obstacle à la formation de la richesse. Une revision des impôts est donc nécessaire et pour que leur montant n'arrive pas à excéder la puissance contributive du pays, la Ligue demande que le budget des recettes soit établi et voté avant celui des dépenses. Nous avons vu dans le manifeste de la Ligue des producteurs, que les principes arrêtés par les cercles qui la composent tendent directement à rompre avec le système des expédients financiers qui a formé la forte part de la dette sous laquelle succombe aujourd'hui d'Espagne.

Pour éviter que l'État toujours indigent n'aliène le patrimoine de la nation comme lors de la vente des mines de Rio Tinto, interdiction est faite de proroger aucune concession de chemins de fer, ce qui va à l'encontre de manœuvres fort habilement dirigées en ce moment.

Les industriels et commerçants interviendront dans la vérification des contributions, pour réprimer les fraudes aujourd'hui innombrables. Les impôts devront être tolérables, également établis sur les diverses formes de la

Suite de la note de la p. 497.

	Exportation		
	1896	1897	1898
Pierres, minéraux, verreries et poteries	— 104 725 955	— 126 508 381	— 127 217 080
Métaux et produits métalliques	94 160 522	100 230 107	101 303 110
Produits chimiques	20 423 541	23 861 030	22 291 954
Cotons	52 122 607	61 877 498	57 948 534
Autres tissus végétaux	4 516 636	4 098 348	4 564 513
Laines, poils et leurs produits	20 942 073	17 662 718	19 903 614
Soie et soieries	4 648 450	4 972 237	2 847 623
Papier	12 432 478	11 725 116	8 774 969
Bois et boiseries	39 669 616	43 554 124	46 848 309
Animaux et produits animals	62 299 771	64 468 590	63 561 884
Machines, moyens de transport de navires	650 483	521 517	1 750 226
Denrées alimentaires, y compris grains, vins, etc.	333 275 662	334 036 712	339 611 954
Divers	3 142 367	15 400 305	1 930 135
Articles pour railways, agriculture coloniale et monop. de tabacs	—	—	—
Or et argent	139 438 327	170 628 820	121 403 150
Totaux	892 448 488	979 545 503	899 757 053

richesse et l'on devra s'attacher à éviter les charges qui entravent l'essor des industries espagnoles.

La Ligue émet donc le vœu que tous les impôts dits « de guerre » soient supprimés sans remplacement. Le monopole des explosifs dont l'industrie minière espagnole se plaint aussi vivement que sa sœur du Transvaal, devra être aboli, comme aussi les contributions sur les objets de première nécessité. Des réductions sont demandées sur les droits de mutation, de timbre sur l'impôt foncier, et les affranchissements postaux. Des mesures appropriées peuvent amener promptement une plus juste répartition des charges foncières, un meilleur rendement des impôts qui seront maintenus ; car dans aucun pays la fraude n'a plus de facilités qu'en Espagne.

D'ailleurs, les congressistes ont suggéré l'établissement d'impôts nouveaux à charge de la propriété mobilière et qui compenseront le déficit des autres. Les intérêts de la dette n'en seront point affranchis.

Ce système fera payer par les étrangers une partie des charges de l'État ; mais d'autres pays, la France notamment, n'agissent point différemment. Cet impôt et diverses autres branches de ressources permettraient de doter la caisse spéciale et autonome chargée de pourvoir au besoin des œuvres préconisées par les producteurs : la colonisation intérieure, les canaux, les chemins vicinaux et le développement de l'enseignement.

A ce programme l'on sacrifierait, avec les débris de l'ancien empire colonial, tout ce qui se rattachait à une politique impérialiste, comme les subsides accordés à la Compagnie transatlantique.

D'ailleurs, les conceptions budgétaires des associations commerciales impliquant de multiples dégrèvements, le chapitre des dépenses de l'État doit, par compensation, subir de grands retranchements. Tous les économistes sont d'accord sur ce point, que l'Espagne doit désespérer de jamais reprendre quelque rang dans le monde, si elle

n'accepte de pratiquer une politique de recueillement, comme le fit la France après les désastres de 1815 et de 1870. Seulement il y a la multitude des classes privilégiées qui déjà se dresse, prête à défendre ce qu'elle regarde comme des droits acquis, et c'est ici que se placent les grandes difficultés du problème financier.

Les Chambres de commerce commencent par déclarer que les recettes ne pourront dépasser le chiffre de 800 millions de pesetas, et que les dépenses devront être établies au même chiffre. Depuis le Congrès de Saragosse elles ont reproduit la même exigence sous une autre forme, en exigeant 100 millions d'économies.

Pour arriver à l'équilibre, il faut :

1° Que l'on sabre sans pitié dans les dépenses administratives; que l'on supprime les pensions à ceux dont les ressources sont suffisantes; qu'un nouveau Concordat intervienne réduisant les charges ecclésiastiques à un niveau correspondant aux dépenses des autres États pour le même objet; que l'on diminue l'armée et que toute construction nouvelle pour la marine soit arrêtée.

2° « Un arrangement avec les créanciers de l'État devra procurer une réduction des intérêts annuels. Il sera créé une dette unifiée du type 5 p. c., dont le capital sera établi d'après les disponibilités du budget des recettes. Ce nouveau type de rente absorbera toutes les obligations de l'Espagne existant actuellement. »

3° « L'amortissement de la Dette publique sera suspendu et le service des intérêts sera fait en pesetas, quel que soit le domicile des porteurs de titres. » Ce vœu est la méconnaissance pure et simple de la convention signée à Londres et qui assurait les droits des créanciers extérieurs (1).

4° Le solde dû à la Banque d'Espagne pour ses avances

(1) Le 20 janvier dernier, le Gouvernement a déposé un projet de règlement des dettes qui ne tient aucun compte des réclamations des Chambres

en billets du Trésor, sera réduit en considération du monopole des émissions sans réserve métallique.

De nouvelles émissions ne pourront être faites sans augmenter proportionnellement les réserves d'or, et la Banque d'Espagne devra de tout son pouvoir s'efforcer d'améliorer la situation monétaire du pays.

Un ensemble de mesures est proposé pour approprier le régime politique de l'Espagne aux intérêts de ceux qui payent et dont les vœux ont été toujours sacrifiés.

« Le régime électoral aura pour base la représentation des intérêts. Les services publics seront autonomes et le personnel ne subira plus le contre-coup des changements politiques. » Il suffit, pour apprécier cette réforme, d'avoir vu le troupeau lamentable d'employés sans place errer sur la Puerta del Sol, sans autre réconfort que l'espoir d'un remaniement ministériel.

de commerce touchant l'Extérieur estampillé, qui se monte à 1 043 817 400 pesetas.

Voici les éléments essentiels de ce projet :

Article 1. — Le gouvernement est autorisé à convertir le 4 p. c. amortissable, les billets hypothécaires de Cuba, émission de 1886 et 1890 et les obligations hypothécaires des Philippines ou dette perpétuelle intérieure 4 p. c.

Art. 2. — Cette conversion sera volontaire et se réalisera au pair, conservant les créanciers au même intérêt.

Art. 3. — En vertu de l'article précédent, la répartition aura lieu de la façon suivante :

Pour 100 titres 4 p. c. amortissable, on recevra 113 titres de 4 p. c. perpétuel.

Pour 100 billets hypothécaires de Cuba 1886, on recevra 120 titres de 4 p c intérieur perpétuel.

Pour 100 billets cubains 1890, on recevra 100 titres d'intérieur perpétuel.

Pour 100 obligations des Philippines, série A, 127 titres avec 50 cent. de 4 p. c. d'intérieur perpétuel.

Art. 4. — Les obligations Philippines, série B, se changeront à raison de 83 titres avec 25 centimes de 4 p. c. intérieur perpétuel pour 100 unités.

Les autres articles fixent les divers détails de la conversion Cette conversion sera opérée par la Banque d'Espagne, et la conversion des dettes coloniales par la Banque coloniale espagnole.

Le ministre des finances demande l'autorisation de fixer la date de la conversion qui commencera dès que l'auront décidé les ministres en conseil.

On pense que ce projet sera approuvé sans difficulté. Des certificats seront expédiés aux détenteurs de titres d'emprunts coloniaux, avant que ces titres puissent obtenir aucun avantage.

Le projet ne spécifie rien à propos du 4 p. c. Extérieur.

« Les producteurs et les contribuables participeront directement à la formation d'une *Junte fiscale* (sorte de Cour des Comptes), qui exercera sa surveillance sur toutes les branches de l'administration civile et militaire. » Par divers moyens trop compliqués pour être ici détaillés, l'administration sera simplifiée et la politique chassée de tous les rouages provinciaux et municipaux, ce dont le besoin se fait terriblement sentir. C'est aussi l'esprit de nos institutions, mais il faut reconnaître que la pratique s'écarte souvent de ce précepte.

Nous avons déjà vu que l'on escompte de grandes économies au moyen d'une réduction des charges militaires. L'armée et la marine ont été pour les finances de l'Espagne un gouffre où d'innombrables millions ont été jetés sans compter. On leur pardonnait d'avoir été le siège de malversations inouïes, de tristes intrigues et d'agitations révolutionnaires ; on leur a fait grâce de tout jusqu'au moment de l'épreuve, jusqu'au jour où l'Espagne a dû rougir non pas de ses soldats, qui surent mourir héroïquement, mais de l'imbécile *camarilla* de ses officiers de terre et de mer, « vieillards sans nerfs et sans muscles » (1). L'assemblée de Saragosse demande la suppression du ministère de la marine et la réduction à leurs dernières limites des charges militaires. C'est s'attaquer à forte partie, et de tous les maux qui rongent l'Espagne ce militarisme corrompu sera le plus difficile à extirper.

L'AGITATION

Telle est la déclaration de guerre lancée par le Tiers-État à l'Ancien Régime. « Ce plan doit être réalisé immé-

(1) REVUE DE PARIS, 1899. *Aux Philippines*, par le lieutenant X. Les Américains sont moins sévères pour l'amiral Cervera et approuvent généralement les conclusions du livre de défense que celui-ci vient de publier. Le NEW-YORK HERALD lui a notamment consacré un article fort élogieux.

diatement et tout entier au moins dans ses éléments essentiels, et ce par les moyens les plus efficaces et les plus rapides, en sacrifiant la perfection à la rapidité d'exécution. »

Le ministère Silvela, dont on espérait beaucoup, a malheureusement déçu la bourgeoisie espagnole en s'alliant aux privilégiés et en refusant de pratiquer la politique de recueillement et de retranchement qui est la condition *sine qua non* de la renaissance du pays.

« Tout le monde, dit l'ÉCONOMISTE FRANÇAIS, sentait au lendemain de la perte des colonies que, selon le mot de Thiers, il n'y avait plus une faute à commettre. »

Un seul mot peut définir l'accueil que reçut le projet du budget, présenté le 20 juin 1899. Ce fut de la *stupeur*.

Il comportait 937 millions de dépenses. La guerre demandait 151 millions et la marine 23 millions. Les cultes absorbaient 43 millions, les pensions militaires 52 millions, les pensions civiles 21 millions, le service de la Dette 458 millions, plus de la moitié des revenus du Trésor. La Dette publique apparaissait accrue de 3 milliards et pour satisfaire ces besoins nouveaux, 17 projets de lois créaient un système d'impôts, vexatoires autant qu'écrasants dont le fameux impôt sur les utilités, véritable *income tax* (1).

Le ministère fut renvoyé au travail, comme un écolier dont le devoir dépasse en médiocrité toute mesure admissible. Il présenta, quatre mois après, un budget réduit à 876 millions par l'impôt de 20 p. c. sur toutes les dettes, hormis l'extérieure estampillée.

Ce budget ne fut pas accepté.

En attendant une solution définitive, le vieux budget 1898-99 a été prorogé; mais comme le budget des revenus ne pourrait suffire aux charges additionnelles résultant de

(1) *La nouvelle étape de la réorganisation des finances espagnoles.* ÉCONOMISTE FRANÇAIS, 1899, p. 823. — *Spanish finances at the end of 1899.* THE ECONOMIST, 6 janvier 1900.

la guerre, le Gouvernement est autorisé à y pourvoir par des mesures provisoires. Le budget définitif est arrêté, parce qu'on est arrivé au plus difficile des obstacles : le chapitre des dépenses militaires et maritimes.

C'est ici que le conflit entre la bourgeoisie et ses exploiteurs a son centre d'acuité. Pour un rien, les généraux menacés répandraient le sang dans les rues. Aussi l'opposition des Chambres de commerce reste-t-elle dans la légalité, bien qu'atteignant les dernières limites de celle-ci.

Leur politique de concentration des forces bourgeoises, de résistance passive aux exigences du fisc, met le ministère en très difficile posture.

De plus, elles s'appuient sur les éléments autonomistes dominant dans les régions du Nord (1).

Nous avons vu que la décentralisation est au nombre des articles du programme bourgeois dont la réalisation immédiate est exigée.

Il n'en pouvait être autrement. L'autorité centrale paraît incapable d'être autre chose qu'arbitraire, maladroitement despotique, corrompue et ruineuse. Dès lors, la Ligue doit naturellement tendre à l'affaiblir au profit d'organismes régionaux sur lesquels le contrôle des producteurs et des contribuables peut s'exercer plus aisément. Les libertés provinciales protègent les uns contre les erreurs des autres, et empêchent que les districts énergiques portent tout le poids de la paresse et de l'incurie des régions moins progressives. La pente naturelle de la race espagnole va au fédéralisme. De fait, les seules régions dont l'aisance soit visible, sont précisément les parties de la péninsule que les libertés provinciales ont plus ou moins protégées contre l'unification à outrance entreprise par les rois.

L'idée provinciale bénéficie de toutes les blessures

(1) REVUE DES ÉTUDES COLONIALES. *Le Catalanisme*, 1er septembre 1899.

souffertes par l'orgueil national, et cette unité humiliée n'appelle plus l'enthousiasme. L'on entend dire couramment que l'Espagne doit changer de voie et n'être plus qu'une fédération de vivantes provinces unies par des liens assez lâches.

Ainsi, les partisans de l'autonomie politique ou tout au moins financière, si nombreux en Aragon, Catalogne, à Valence et aux Baléares, viennent grossir les forces de la bourgeoisie et, au besoin, lui donneraient le moyen d'agir révolutionnairement.

C'est en Catalogne que le refus de payer l'impôt décrété un moment par les Chambres de commerce, fut pratiqué avec le plus d'énergie, et l'instant vint même où les choses menacèrent de mal tourner.

Il y a, dans le mouvement catalan, des éléments de toute nature, plusieurs d'entre eux capables même de gêner leurs alliés des Chambres de commerce. Au récent meeting d'Esparraguera, les Catalanistes ont compris la nécessité de se distinguer des républicains, notamment sur la question militaire, les premiers se déclarant pour le volontariat et les seconds pour le service personnel. Cependant les tendances républicaines d'un grand nombre de Catalans sont assez évidentes pour leur aliéner beaucoup de sympathies.

Les jalousies des villes secondaires, comme Gérone, éclipsées par l'étonnante prospérité de Barcelone, le péril de l'anarchie et du socialisme, l'outrance séparatiste de certains, telles sont les causes qui ont empêché jusqu'à ce jour les raisonnables demandes de l'*Union Catalane* de triompher aux Cortès.

Les *Producteurs* n'ont nulle envie de rouvrir l'ère des pronunciamentos dont ils payeraient tous les frais. Aussi jouent-ils ce jeu, quelque peu dangereux, d'aller jusqu'à l'extrême bord des voies pacifiques, en ayant grand soin de ne pas réaliser leurs ultimes menaces. Nul ne peut

dire aujourd'hui lequel des deux courants l'emportera : le courant mégalomane fondant sur les menaces, d'ailleurs assez réelles, de l'Angleterre et le rêve de conquérir le Maroc, la nécessité d'un grand appareil militaire et, d'autre part, le courant bourgeois qui prêche le repliement de l'Espagne sur elle-même, l'humilité et l'économie.

LE CONGRÈS DE VALLADOLID

Les Chambres de commerce, unions mercantiles, sociétés agricoles et industrielles, n'avaient point entre elles de lien permanent, hormis leur commune participation au Congrès de Saragosse. D'une part, M. Paraiso à la tête de son directoire, et, de l'autre, la Ligue nationale des producteurs, émanation simplement officieuse des aspirations bourgeoises, menaient énergiquement la campagne ; mais les dissentiments qui se firent jour sur le choix des moyens d'action contre le gouvernement, montrèrent la nécessité d'un organisme permanent et *officiel*, destiné à procurer le triomphe du programme de Saragosse. De là, convocation d'une nouvelle assemblée qui s'est tenue à Valladolid, dans la troisième semaine de janvier 1900.

Le programme de Saragosse y a été confirmé, une *Union* permanente créée avec mission spéciale de joindre ses efforts à ceux de la Ligue des producteurs. La jonction des deux « noyaux » des forces bourgeoises se trouve donc accomplie.

L'assemblée de Valladolid a formellement répudié toute tendance séparatrice, mais s'est prononcée pour une campagne énergique contre le ministère.

Se proposant en premier ordre, d'unir en un seul faisceau toutes les forces vives de la nation, elle n'a point dédaigné de s'adjoindre un élément démocratique, les « labradores », et d'ajouter des revendications sociales à son plan de réformes économiques.

L'assemblée a tracé en huit articles la ligne de conduite à adopter pour réunir en un faisceau, tous ces éléments créateurs de la richesse dont la voix est restée jusqu'à ce jour sans écho, et faire triompher pacifiquement le programme de Saragosse.

Comme ressource dernière il y a la révolution, et la menace en apparaît peu voilée derrière certaines résolutions du Congrès. L'expression la plus nette des volontés de celui-ci est donnée par cet avertissement que, « quant au présent, l'assemblée déclare qu'étant donnée la conduite du gouvernement, il n'y a plus place pour aucune espérance, et qu'il faut d'ores et déjà appliquer les procédés les plus radicaux et les plus expéditifs que jugera nécessaires le président de la Commission ».

Chaque phase de la campagne des Chambres de commerce a eu ce résultat, de creuser, toujours plus large et plus profond, le fossé qui sépare les gouvernants des classes productrices des ressources nationales.

Le divorce semble à présent consommé.

L'assemblée s'est terminée par un cri de guerre contre le ministère. En réalité, un nouveau parti vient de naître, celui des réformes économiques et, malgré des dissidences, il groupera ce qu'il y a de plus vivace dans la nation espagnole. Dès aujourd'hui, c'est une très grande force et l'un des principaux éléments de la politique. Le 2 mars 1900, une circulaire aux sociétés affiliées leur notifie la création du nouveau parti et l'union des Chambres de commerce avec la Ligue des Producteurs. En des termes plus violents qu'à Valladolid, la circulaire prend à partie, non seulement le gouvernement mais même les Cortès, instrument trop passif aux mains du ministère Silvela. Le mot d'ordre donné aux cercles alliés est : « unirse y organizarse ».

Pourvu que ce mouvement n'aboutisse pas simplement à la création d'une nouvelle coterie avide de sinécures!

CONCLUSION

L'avenir de l'Espagne étant donc lié à ce combat d'idées plus qu'à toute autre chose, il serait téméraire d'affirmer ou de dénier qu'elle se relèvera de ses désastres. Si sa ruine est définitive, les hommes en auront toute la responsabilité, car le sol et le sous-sol ont des éléments suffisants de prospérité économique. Il est vrai que le manque d'eau et les difficultés de communication entravent le développement agricole; il est vrai aussi que l'Andalousie ne peut recouvrer sa richesse du moyen âge, parce qu'elle n'a plus, comme alors, le *monopole* de certains produits, tel le sucre.

Cependant l'Espagne est, à tout prendre, dans la même situation que bien d'autres contrées dont le sol manque de l'eau du ciel et dont cependant l'essor en ce siècle a été rapide comme le Cap, l'Australie et l'Inde. L'étendue des surfaces encore irrigables et l'état rudimentaire des procédés de culture permettent de prévoir une grande extension des exploitations agricoles, car l'agriculture espagnole est aujourd'hui en dessous de la situation où les Romains l'avaient laissée. D'ailleurs, il en est de l'Espagne comme du Mexique, dont les merveilleux progrès depuis trente ans sont un objet bien digne de fixer l'attention des amis de la race castillane (1).

Pour l'un et l'autre pays, la vraie source de prospérité est dans le sous-sol recélant en abondance toutes sortes de minerais. L'indifférence des Espagnols à cet endroit est incompréhensible, si l'on songe que dans le Nouveau Monde ils ont laissé la réputation de *prospecteurs* incomparables et doués d'un flair vraiment divinatoire. L'Espagne s'est plutôt attachée jusqu'à présent à l'extraction des minerais de prix élevé comme le cuivre, le mer-

(1) Lemnis, *The awakening of a nation*. New-York, Harpers and Brothers.

cure, etc., sans presque leur faire subir de travail. Des droits de sortie sur la matière brute nécessiteront le traitement du minerai en Espagne même.

A côté des métaux de valeur élevée, l'Espagne a de nombreux gisements de fer et de charbon. La fondation par le Creusot d'une immense usine à Cette, est un des nombreux indices de l'éveil de la grande industrie sidérurgique dans le bassin de la Méditerrannée. Seule de tous les pays qui la bordent, l'Espagne possède en abondance les éléments de cette industrie reine.

Le fer et le charbon sont de puissantes assises où appuyer la prospérité de l'Espagne renaissante. L'élan semble donné et une véritable fièvre de recherches minières s'est récemment manifestée (1).

Le développement de cette industrie procurera à de nombreux enfants de l'Espagne l'occasion d'acquérir, sous une direction étrangère, la façon de comprendre la vie qu'ont les nations progressives.

Soit par infiltration de sang étranger, soit par accession des nationaux aux idées du dehors, l'expansion de la classe des « producteurs » est inévitable.

L'avenir lui appartient et seule elle est à même de faire sortir l'Espagne de l'état économique misérable où elle végète encore, malgré les progrès importants déjà réalisés.

Cette renaissance matérielle paraîtrait encore plus frappante, si l'on mesurait justement les circonstances malheureuses qui souvent l'ont entravée et la grandeur des résultats obtenus.

(1) Le BULLETIN DU MUSÉE COMMERCIAL de 1898-99, pp. 82 et 589, donne d'intéressants détails sur les exploitations houillères en Espagne. La houille est exploitée dans les provinces d'Asturies, Cordoue, Palencia, Ciudad Real, Séville, Léon, Gérone, Burgos et Logrono. — *La Sidérurgie en France et à l'Étranger*, par Helson. L'Espagne et le Portugal. — REVUE DE STATISTIQUE, 1er octobre 1899 et ANNALES DES MINES donnent le détail de la production minière et métallurgique. — D'après le BULLETIN DU MUSÉE COMMERCIAL, 1898-99, p. 1853, la valeur de la production minière et métallurgique en 1897 était de 267 372 445 pesetas. Il y a plus de 15 000 mines. Le développement de l'industrie houillère intéresse surtout la Catalogne maigrement alimentée par *San Juan de las Abadesas*.

Déjà certains esprits moroses reprochent aux Espagnols leur engouement de fraîche date pour la production de la richesse, oubliant que parallèlement à ce mouvement se produisait aussi une véritable efflorescence littéraire comme l'Espagne n'en avait point vue depuis son grand siècle (1).

A tout prendre, le nouveau siècle semble promettre à la noble nation castillane le retour à une situation honorable parmi les peuples d'Europe. N'a-t-elle pas déjà acquis ce qui est la base de toute prospérité : la paix intérieure, et cela dans les circonstances les plus difficiles ? Osons donc dire avec M. Paraiso : « Una España nueva està à punto de surgir » (2).

ARISTIDE DUPONT.

(1) JOURNAL DES DÉBATS, 23 janvier 1900.
(2) Circulaire du 1 mars 1900.

LA

DISSOCIATION PSYCHOLOGIQUE

La connaissance directe que nous avons de nous-même, nous donne une idée assez précise de la diversité de nos organes et de nos facultés, en même temps que de l'unité psychologique et physiologique qui constitue notre personne, notre moi.

Nous savons que notre corps est formé d'éléments organiques distincts, mais si bien coordonnés pour concourir à la vie totale de l'individu, que nous ramenons sans hésiter la notion expérimentale de notre existence physique à l'idée d'une unité parfaite.

Notre personne morale se compose également de facultés diverses et d'états de conscience variables; mais la mémoire réunit en un seul faisceau nos états passagers et nous permet de les attribuer à un moi unique et permanent.

La vie est un perpétuel changement depuis la naissance jusqu'à la mort. L'enfance, l'adolescence, l'âge mûr, la vieillesse en marquent les grandes étapes, sous les traits les plus dissemblables; mais le sens intime, éclairé par la réflexion, nous révèle l'existence d'un élément invariable, simple, indivisible, toujours identique à lui-même.

Organisés pour la vie terrestre, nous prenons contact avec le monde extérieur par l'intermédiaire de nos sens. Partant des données fournies par l'expérience sensible, notre moi raisonnable accomplit toutes les opérations

intellectuelles qui lui sont propres et qui règlent son activité. Il se détermine librement. Il se sent agir comme une cause volontaire et responsable de ses actes. Au moyen de l'organisme il exerce, par contact, sur les corps matériels qui nous entourent des actions mécaniques. A l'aide du langage, il se met en rapport avec l'intelligence des autres hommes et des influences réciproques s'établissent entre eux et nous.

Telle est, en résumé, la constitution normale de la personne humaine réalisant le *mens sana in corpore sano*.

Mais tout n'est pas également lumineux dans le cercle de notre activité. Il y a des ombres et des pénombres dans ce tableau. La conscience n'en éclaire pas toutes les parties.

Qu'est-ce donc que la conscience ?

On peut sentir, associer des idées, coordonner des actes dans un but déterminé sans être conscient de ce que l'on fait. Les animaux accomplissent tout cela sans le savoir.

Pour qu'une perception, pour qu'une idée, pour qu'un jugement, un acte soient conscients, deux conditions sont nécessaires. Il faut d'abord que l'attention s'en saisisse ; puis ensuite, que la raison les fasse siens, les reconnaisse, les affirme expressément (1).

Grâce à cette action combinée de l'attention, qui est une des formes de la volonté et de la raison, l'âme humaine projette dans le champ de l'activité psychologique des rayons lumineux qui lui permettent d'en explorer les différentes parties. Mais l'illumination n'est jamais que partielle. A côté des zones claires, il y a de vastes régions

(1) Les auteurs attribuent au mot « conscience » un sens extrêmement flottant, depuis la conscience rudimentaire de la cellule jusqu'à la conscience parfaite de l'être doué de raison. On a mis de la conscience partout, avec de simples différences de degrés. On parle de sub-conscience, de conscience subliminale, etc. Pour éviter toute équivoque nous emploierons, dans les pages qui suivent, le mot « conscience » dans le sens précis qui résulte de notre définition.

obscures où se produisent ces perceptions sourdes, ces associations automatiques d'idées, ces jugements rudimentaires et empiriques, ces volitions irresponsables, qui forment le domaine de l'inconscient.

Cette activité automatique et inconsciente donne parfois naissance à des associations si bien coordonnées des éléments psychologiques, qu'il en résulte ce qu'on appelle des personnalités secondaires. Nous verrons qu'il peut exister chez un sujet parfaitement sain et éveillé, à côté de la personnalité consciente, un personnage secondaire, qui se développe en lui à son insu et paraît savoir parfaitement tout ce qui s'y passe, y compris beaucoup de choses qui échappent à la personne consciente. Ces personnages secondaires prennent naissance dans les régions obscures dont nous venons de parler. Ils s'y forment comme les rêves dans le sommeil. C'est le rêve des gens qui ne dorment pas.

Sous l'influence de causes variables que nous passerons en revue, de la fatigue, du sommeil, de la maladie, de l'intoxication, les rapports du conscient et de l'inconscient ne sont plus les mêmes qu'à l'état normal ou à l'état de veille. Les frontières de l'empire de la raison et de la volonté sont modifiées. Parfois même il arrive qu'elles disparaissent tout à fait, l'inconscient ayant envahi tout le territoire. La personnalité normale passe dans la coulisse et cède la place au personnage secondaire. C'est le phénomène des personnalités alternantes.

Le nouveau venu connaît à fond son *alter ego* de l'état normal. Il lit, par exemple, avec une indiscrétion sans pareille dans tous les replis de sa mémoire. Mais il a sa physionomie propre et son caractère, différents de ceux de la personnalité normale. Il ne se confond pas avec cette dernière et la traite comme une étrangère.

Quand la personne normale reprend possession d'elle-même, elle ignore généralement tout ce qui s'est passé pendant la phase de dissociation.

Ces métamorphoses n'affectent que le moi psychologique, qu'il ne faut pas confondre avec le moi substantiel métaphysique. Celui-ci, étant données l'unité et la simplicité de sa nature, ne peut ni se fractionner, ni engendrer par dissociation des personnalités nouvelles.

Peu importe que les personnages secondaires, produits éphémères de la dissociation, se prennent ou se fassent passer pour ce qu'ils ne sont pas, si, après une éclipse plus ou moins longue, on voit réapparaître les signes distinctifs de la personnalité normale. Les phénomènes de dissociation n'infirment nullement le témoignage du sens intime en faveur de l'identité permanente de la personne humaine. Quand on parle de dissociation, d'état second, de dédoublement de la personnalité, il est bon de ne pas forcer le sens de ces expressions, qui ont le défaut de se prêter à l'équivoque et de laisser croire à quelque transformation équivalente à la destruction de la personnalité.

Cette opinion repose sur une erreur très répandue, même parmi ceux qui font profession de spiritualisme et qui consiste à penser que toutes les opérations de l'âme sont conscientes. Cette erreur procède de la philosophie cartésienne. Elle entraîne, comme conséquence, cette autre opinion, également fausse, qu'entre l'âme et ses facultés, il n'y a pas de distinction réelle.

On démontre au contraire, en métaphysique, que l'âme diffère de ses facultés, qu'elle a plusieurs principes d'action et qu'elle dépense diversement son énergie. La raison et la volonté ne sont qu'un des modes de son activité et ne participent pas à toutes ses opérations. Il y a des opérations inconscientes. Telles sont, par exemple, la plupart des fonctions vitales. Les lacunes de la conscience ne portent donc aucune atteinte à l'identité permanente de l'âme, considérée comme une substance distincte de ses puissances.

La théorie des personnalités secondaires n'est qu'une interprétation rationnelle de faits depuis longtemps connus

et parfaitement établis. Elle n'ébranle pas les bases de la psychologie spiritualiste.

Mais voici que l'on prétend soumettre au contrôle des investigations scientifiques et rattacher à l'ordre naturel un ensemble de faits, que la science avait jusqu'à présent considérés comme étrangers à son domaine et à ses lois. Certains sujets, placés artificiellement ou spontanément dans un état d'automatisme inconscient, pourraient voir et percevoir ce qui se passe à distance, sans l'intermédiaire des sens normaux, communiquer mentalement avec d'autres personnes sans le secours du langage, produire des mouvements mécaniques sans contact, engendrer de leur propre substance des formes humaines fantomales et pourtant matérielles. Il ne s'agit plus seulement ici de dissociation psychique, mais d'une dissociation de la personne physique, à des degrés divers, jusqu'au point où la matière vivante se trouverait amenée à une sorte d'état radiant et pourvue de facultés adéquates !

Nous voilà bien loin du type normal que nous avons défini tout à l'heure.

De pareils phénomènes, s'ils sont réellement tels qu'on les présente et quelle que soit leur cause — fût-elle même surnaturelle — seraient incontestablement de nature à intéresser la physiologie et la physique.

Aussi des savants jouissant d'une autorité incontestée dans les différentes branches des connaissances humaines, n'ont-ils pas craint d'instituer, dans leurs laboratoires, des recherches expérimentales sur ces graves questions, malgré le discrédit dont elles sont frappées dans le monde scientifique.

Les expériences satisfaisantes sont encore si rares, les erreurs d'observation et les illusions si faciles en pareille matière, la méthode à suivre est si incertaine et le témoignage humain si sujet à caution, que le doute méthodique s'impose absolument à ceux qui ne connaissent ces travaux que de seconde main.

C'est surtout le cas des phénomènes physiques si suspects à tous les points de vue. Aussi n'en parlerons-nous que pour mémoire, voulant rester sur le terrain plus sûr et plus accessible de la psychologie.

La psychologie classique s'est occupée surtout des états de conscience. Mais la psychologie propre aux divers états de dissociation soulève des problèmes d'une égale importance. C'est la psychologie du sommeil et du rêve, qui tient une si grande place dans notre vie. Le rêve sous toutes ses formes, exerce sur nous, le plus souvent à notre insu, une influence considérable. Il est la source d'illusions et d'erreurs dont les hommes ont beaucoup souffert. C'est ainsi qu'on a vu, de nos jours, renaître sous le nom de spiritisme, les dangereuses illusions qu'ont engendrées de tout temps les troublantes manifestations de l'activité inconsciente de l'esprit. Nous étudierons, au point de vue qui nous occupe, la genèse de l'erreur spirite. Ce sera un exemple des applications pratiques de la psychologie à l'hygiène de l'esprit.

Les troubles passagers de l'intelligence, de la raison et de la volonté, laissent parfois soupçonner l'intervention d'agents étrangers à la personne humaine. Nous décrirons les phénomènes que les états de dissociation paraissent favoriser. Nous nous abstiendrons de les juger au point de vue du surnaturel. C'est un autre aspect de la question; ce n'est pas le moins suggestif ni le moins grave ; mais il relève d'une science particulière qui a ses règles, sa méthode, ses principes et ses interprètes autorisés. Un sentiment de prudence et de respect nous interdit de passer la frontière qui sépare la psychologie de la mystique.

I

LE SOMMEIL

L'union du corps et de l'esprit est si intime, qu'il est absolument naturel de penser que les phénomènes de dissociation psychologique que nous allons étudier sont toujours accompagnés d'un état physiologique correspondant.

Mais tant que l'on a considéré les éléments dont se compose le système nerveux comme formant un réseau continu et lié dans toutes ses parties, il était difficile de rendre compte physiologiquement des effets de la dissociation.

Les récents progrès de l'anatomie ont suggéré des hypothèses ingénieuses qui tendent à supprimer cette difficulté.

Les belles recherches de Golgi et surtout de Ramon y Cajal ont démontré que les éléments du système nerveux central, au lieu de s'anastomoser entre eux, forment des unités indépendantes les unes des autres, désignées par Waldeyer sous le nom de « neurones ».

Un neurone est un centre d'activité fonctionnelle, une cellule, pourvue de deux ou plusieurs pôles ; les uns récepteurs, par lesquels le neurone reçoit les excitations extérieures ; les autres expéditeurs, par lesquels il dirige l'influx nerveux soit sur le pôle récepteur d'une autre cellule, soit sur un organe étranger au système nerveux.

De chaque pôle se détachent des prolongements en nombre variable. Les uns, dits cylindraxiles, se continuent avec les cylindraxes des fibres nerveuses ; les autres, dits protoplasmiques, se terminent par une arborisation, qu'on nomme des dendrites. Ces prolongements sont les conducteurs de l'influx nerveux. Le courant ou l'excitation est centripète dans les uns et centrifuge dans les autres. Les

prolongements protoplasmiques d'un neurone reçoivent l'ébranlement soit directement de l'extérieur, quand ils occupent, comme les neurones sensitifs ou sensoriels, une position périphérique ; soit par les fibrilles terminales du prolongement cylindraxile d'un neurone voisin. C'est le cas des neurones centraux. Les prolongements cylindraxiles transportent l'ébranlement à partir de la cellule génératrice jusqu'à leur arborisation terminale, laquelle aboutit soit à un organe, muscle, glande etc. que l'influx nerveux doit actionner, soit aux prolongements protoplasmiques d'un autre neurone, par où s'opère la transmission excitatrice de neurone à neurone.

Mais comment la communication se produit-elle entre arborisations cylindraxiles et protoplasmiques? Par contact, disent les uns. Le Dr Lépine, de Lyon, a émis le premier l'hypothèse que les prolongements sont pourvus d'une mobilité amœboïde, qui leur permet de s'étendre et de se contracter. Quand le neurone est actif, les contacts s'établissent par suite de la dilatation des prolongements ; quand il est au repos, les prolongements se contractent et les contacts sont interrompus.

L'activité fonctionnelle du neurone est sous la dépendance d'une multitude de causes, qui la modifient, la développent, la retardent ou la suspendent, telles que l'anémie, l'hyperhémie, l'accumulation dans l'organisme de substances de déchet, de toxines microbiennes, les poisons, les médicaments, les excitations périphériques, etc.

Lorsqu'on tue brusquement un animal en pleine activité, et qu'on examine ses cellules nerveuses immobilisées par des réactifs appropriés, les prolongements apparaissent étalés, allongés, hérissés d'un nombre immense de protubérances en forme d'épines. Il est permis de supposer que, par suite, les contacts de leurs arborisations sont intimes et nombreux. Si, au contraire, on a tué l'animal pendant son sommeil, on voit les prolongements cellulaires

rétractés, ratatinés. Les épines ont disparu et les contacts sont moins marqués qu'à l'état de veille (1).

Le sommeil serait donc la conséquence du retrait des prolongements cellulaires et de l'interruption du courant nerveux. Le réveil se produirait, quand les prolongements reviendraient à leurs dimensions primitives.

On expliquerait de la même manière les paralysies motrices, sensitives, sensorielles, sans lésions de la substance nerveuse, qu'on appelle des paralysies essentielles. Cette théorie s'appliquerait également au sommeil somnambulique et hypnotique et, en général, à tous les troubles de la personnalité. Elle rendrait compte aussi des effets de l'habitude, du dressage et de l'automatisme. On peut supposer en effet, avec Tanzi, que les cellules nerveuses s'hypertrophient lorsqu'elles sont soumises à un travail souvent répété. Si cette hypertrophie s'étend aux prolongements, les contacts anciens sont mieux assurés, et des contacts nouveaux s'établissent. Il en résulterait que certains actes, d'abord pénibles, deviendraient faciles et même automatiques (2). Ce fonctionnement rendrait inutile l'hypothèse d'une sorte de mémoire cellulaire élémentaire, par laquelle on a cherché à expliquer les effets de l'habitude, du dressage et de l'automatisme.

Mais il reste des doutes sur le rôle que cette hypothèse attribue aux modifications du neurone et de ses prolongements.

Le Dr Renaut, de la Faculté de médecine de Lyon, a proposé une autre hypothèse. L'éminent professeur a constaté que les prolongements, tout en étant libres, sont fixés à leur extrémité par des contacts adhésifs. Ils sont tendus en place et se croisent entre eux dans un embrouil-

(1) Dr Capitan, *La cellule nerveuse et son mode de fonctionnement.* LA NATURE, 25 novembre 1899. Cette expérience est due à Mlle Stefanowska.

(2) Dr Testut, *Traité d'anatomie*, t. II, 1er fascicule, pp. 4 et suiv. Paris, O. Doin ; 1897.

lement des plus compliqués. De plus, au point où les arborisations reçoivent une impression ou font une décharge nerveuse, les tiges terminales deviennent perlées. Le fil nerveux présente une succession de petits renflements réguliers comme des perles de collier. « J'ai pensé, dit-il, que provisoirement, on pouvait considérer les variations du dispositif perlé, qui sont innombrables, comme répondant aux conditions également variables d'une accommodation des filaments réceptifs au passage de l'onde projetée sur eux par les filaments inducteurs. Deux neurones associés deviendraient ainsi tels que deux violons associés à l'unisson, placés l'un près de l'autre. On sait que la note née sous l'archet de l'un est aussitôt répétée comme spontanément par l'autre. Quelle que soit la disposition terminale, la tension des filaments respectifs conditionnerait ainsi l'entrée dans le neurone induit de l'onde nerveuse projetée par les fils terminaux du neurone inducteur, parvenu à simple portée ; tout cela, sans qu'il soit besoin de supposer des mouvements larges d'articulation et de désarticulation, qui, jusqu'ici, n'ont pas été expérimentalement constatés (1). »

Ces observations sont très intéressantes au point de vue anatomique ; mais elles laissent subsister de bien grandes incertitudes. Quoi qu'il en soit, les hypothèses nouvelles s'adaptent bien à la théorie de la dissociation et à ce que l'on savait déjà de la physiologie du sommeil.

Sans parler de toutes les explications proposées, le sommeil est considéré depuis longtemps comme un état réparateur, résultant d'une modification passagère du système nerveux, sous l'influence des substances de déchet accumulées dans l'organisme par suite de l'activité plus ou moins prolongée des fonctions de relation.

Mais le sommeil naturel, chez les gens sains et bien

(1) J. Renaut, *Discours de rentrée des facultés de Lyon*, le 3 novembre 1898.

portants, n'a pas toujours pour cause la fatigue physiologique.

On s'endort aussi par habitude, à certaines heures déterminées, sous chaque longitude, par les alternatives du jour et de la nuit et la cessation des relations sociales et des affaires. L'obscurité, le silence, l'isolement, l'absence complète d'excitations, sont autant de circonstances favorables qui ont fait naître probablement la périodicité du sommeil. Certains animaux inférieurs, plongés dans un milieu nutritif invariable, ne présentent pas ces alternatives de repos et d'activité. Il en est de même du fœtus dans le sein maternel.

On s'endort encore par auto-suggestion, en prenant l'attitude couchée. C'est une loi psychologique que l'idée et l'attitude provoquent l'acte qu'elles rappellent.

On s'endort enfin sous l'influence de la distraction. Un bruit faible et monotone, un chant rythmé, un mouvement cadencé, en fixant l'attention sur un objet unique, sur une catégorie spéciale de perceptions, favorisent le repos des autres facultés. La distraction engendre la dissociation. C'est le procédé communément employé pour endormir les enfants. Une lecture sur un ton monotone, un discours banal et ennuyeux, produisent le même effet sur les grandes personnes. On dit de certains orateurs qu'ils sont soporifiques. Incapables de tenir en éveil l'intelligence de leurs auditeurs en les intéressant, ils n'agissent plus sur eux que par le bruit monotone de leur débit.

Avec les enfants la suggestion réussit très bien aussi. On leur répète qu'ils ont sommeil, qu'ils ne se tiennent pas debout, que leurs yeux se ferment et le sommeil ne tarde pas à venir. Quelle est la nourrice qui n'a pas dans son répertoire une ample provision de chansons et de récits suggestifs, composés pour la circonstance ?

En résumé, les causes variables du sommeil naturel sont la fatigue, l'habitude, l'auto-suggestion, la suggestion, la distraction. A moins d'une fatigue exceptionnelle,

l'appel physiologique est souvent assez faible pour que l'on puisse lui résister par un effort de la volonté. On constate même qu'une fois l'heure habituelle du sommeil passée, le besoin disparaît pour un certain temps.

Dans l'état normal, la durée du sommeil est en rapport direct avec le besoin de réparation, d'assimilation et de nutrition. Évaluée au tiers environ de l'existence chez les adultes, elle augmente chez les enfants et diminue chez les vieillards. Le sommeil disparaît sous l'empire des grandes émotions. Après le meurtre de Duncan, le roi Macbeth entend une voix qui lui dit : « Tu ne dormiras plus, Macbeth ! Tu as tué le sommeil, l'innocent sommeil ! » et pour accroître ses angoisses et ses remords, la voix énumère ensuite les effets bienfaisants du sommeil que Macbeth ne connaîtra plus (1).

Quelle que soit la cause qui l'a fait naître, le sommeil se manifeste par un ensemble de phénomènes qui accusent la dissociation de toutes les fonctions de relation. La tête s'abaisse ; les paupières se ferment ; l'inertie musculaire se généralise peu à peu et tous les membres tombent en résolution. Mais l'excitabilité musculaire n'est pas abolie, comme le prouvent les mouvements réflexes qui persistent souvent chez les dormeurs, les crampes douloureuses qui interrompent parfois leur sommeil ou les secousses générales qui se produisent surtout pendant la première phase d'assoupissement. La circulation est modifiée. Le cerveau s'anémie et le canal vertébral est le siège d'une stase veineuse.

Les sensations visuelles, venant du monde extérieur, sont supprimées par suite de l'occlusion des paupières. Les autres sensations persistent, mais elles échappent peu à peu à la conscience. Il se produit alors une anesthésie spéciale, dont nous trouverons d'autres exemples chez les

(1) Shakespeare, *Macbeth*, Acte II, Sc. 2.

somnambules et les hypnotisés. L'anesthésie des dormeurs est parfois si complète que l'on a pu leur faire subir des opérations chirurgicales sans les réveiller. Il s'agit peut-être de sujets qui passent spontanément du sommeil naturel au sommeil somnambulique.

Comme la sensibilité, les autres facultés s'évanouissent progressivement. Le sommeil est rarement instantané. Il comporte plusieurs phases qui se succèdent assez régulièrement, quand on passe de la veille au sommeil plein et du sommeil plein à l'état de veille.

Il débute par l'assoupissement qui est un sommeil léger, où l'esprit suit son rêve et parfois le dirige encore dans une certaine mesure. Il semble qu'on rêve tout éveillé. C'est la première et c'est aussi la dernière phase du sommeil. Si l'assoupissement nous surprend pendant une lecture, il arrive un moment où nous ne comprenons plus ce que nous lisons. Nous perdons la mémoire visuelle des mots. Nous nous en rendons fort bien compte, lorsque nous luttons contre les premiers effets de l'assoupissement et que nous cherchons à terminer la lecture commencée. On a beau relire plusieurs fois la même phrase, on n'arrive pas toujours à la comprendre. Il m'est arrivé parfois de m'assoupir en faisant une lecture à haute voix, le soir, en famille, et de continuer à parler après avoir perdu la mémoire visuelle des mots ; mais alors je tombais en somnolence et je racontais mon rêve qui se substituait inconsciemment à ma lecture. Quand on s'assoupit en écrivant, on perd peu à peu la mémoire graphique motrice et la main, avant de s'arrêter tout à fait, trace encore des signes informes qui ne sont plus des lettres. Le sommeil vient-il nous surprendre au cours d'une conversation, nous perdons la mémoire auditive des mots, avant de cesser de les entendre.

L'assoupissement est caractérisé aussi par des hallucinations dites hypnagogiques dans la phase de début, et

hypnopompiques dans celle qui précède immédiatement le réveil.

Le sujet, à demi conscient et les paupières déjà closes, voit passer comme dans une sorte de fantasmagorie des images fugitives, mais extrêmement nettes et beaucoup plus vives que les produits ordinaires de l'imagination. Elles surgissent inopinément et se détachent vivement éclairées, sur un fond noir. C'est ce que Maury a appelé l'hallucination hypnagogique.

Je suis assez sujet à ce genre d'images. Elles affectent, chez moi, l'aspect de visages humains, très vivants, qui se transforment rapidement et prennent les expressions les plus variées, les plus bizarres et les plus imprévues ; ma volonté n'y est pour rien. Il m'est impossible d'exercer une influence quelconque sur la marche du phénomène. Quand j'en suis fatigué, j'ouvre les yeux et tout cesse à la condition que je sois dans un appartement éclairé. Ce n'est donc pas une hallucination complète, puisque la vision claire la fait évanouir.

L'hallucination est une sensation indépendante de toute excitation des organes venant du dehors. C'est un phénomène purement subjectif, résultant de l'activité spontanée et simultanée des centres cérébraux et des organes sensoriels. Il ne faut pas la confondre avec les effets de l'imagination, simples résidus affaiblis de nos sensations, qu'on appelle des images et qui peuplent l'esprit de l'homme éveillé.

Il est probable que beaucoup de nos rêves appartiennent à la catégorie des images. Mais dans certains rêves, l'image prend une puissance telle que l'excitation des centres se communique aux organes périphériques et détermine une hallucination véritable. L'image se précise, s'objective et peut se localiser dans l'espace, comme une image réelle.

Quand un rêve est subitement interrompu par le réveil, il arrive que pendant la phase très courte d'assoupisse-

ment faisant le passage entre le sommeil et la veille, l'objet du rêve se présente sous la forme d'une hallucination qui persiste quelques instants après le réveil. M. Myers a désigné ce phénomène sous le nom d'hallucination hypnopompique.

La transformation d'un rêve en une hallucination hypnopompique montre bien, qu'entre le rêve et l'hallucination il n'y a pas de différence absolue. C'est une question de degré. Mais il faut avoir les yeux ouverts pour objectiver complètement l'hallucination. Il n'y a donc pas, à proprement parler, d'hallucination visuelle pour les gens endormis. La différence tient à ce qu'ayant les paupières closes, ils ne peuvent pas localiser les images dans l'espace. Mais nous verrons l'hallucination complète se produire chez les hypnotisés qui dorment les yeux ouverts.

Burdach raconte qu'ayant vu en rêve sa fille morte récemment, il s'éveilla et vit encore, les yeux ouverts, la forme de son enfant qui s'élevait vers le ciel. J'ai eu l'occasion de recueillir autour de moi plusieurs exemples semblables. Il y a quelques jours une pauvre veuve, dont le mari était mort deux ans auparavant, vint me trouver et me dit : « J'ai vu mon mari ce matin. » — « Vous l'avez vu en rêve ? » — « Non, je l'ai vu comme je vous vois. J'avais eu un rêve. Il était devant moi, revêtu de son uniforme et me parlait. Puis il s'avança et me saisit le bras. L'émotion m'éveilla. J'ouvris les yeux et je continuai à le voir un instant, puis il disparut. Oh ! c'est bien lui qui est revenu de l'autre monde. » J'eus beau m'efforcer de donner à cette femme l'explication naturelle de sa vision, je ne parvins pas à la détromper.

Les hallucinations hypnopompiques n'affectent pas seulement le sens de la vue. Voici un exemple emprunté au Dr Tissié, qui se rapporte au goût :

« Je rêve, écrit-il, que je suis dans un restaurant où l'on me sert un plat d'oignons frits à la poêle. Après trois ou quatre bouchées, bien qu'ayant faim, je laisse là le

plat, l'aliment ayant un goût très prononcé d'ail et de sucre, ce qui m'est fort désagréable. Je me réveille. J'avais la bouche à demi ouverte et la sensation d'un goût alliacé (1). »

Après l'assoupissement, vient une seconde phase qu'on appelle la somnolence. C'est un sommeil peu profond pendant lequel les rêves conservent assez souvent une liaison avec les événements de l'état de veille. Cela se produit surtout quand le sommeil est agité, interrompu par de fréquents réveils, comme, par exemple, à la suite d'une grande fatigue musculaire ou de vives préoccupations morales. Il m'est arrivé bien des fois, après une longue et pénible excursion géologique, de revoir en rêve les lieux que j'avais parcourus. Mais l'imagination brodait sur ce thème. Je me figurais que je découvrais des gisements fossilifères d'une richesse inouïe et que je recueillais, à pleines mains, des fossiles aux formes inconnues et invraisemblables. Le plus souvent, si rien ne trouble le sommeil, les préoccupations de la vie consciente sont sans influence sur le rêve.

L'origine des rêves se rattache donc à d'autres causes et d'abord à l'activité spontanée de l'imagination, de la mémoire et des facultés sensorielles. Les images hallucinatoires se succèdent dans la plus grande incohérence et donnent lieu aux combinaisons les plus folles et les plus déraisonnables. Aussi a-t-on comparé le sommeil à une folie passagère et périodique. Les hallucinations de la vue, de l'ouïe et du toucher sont les plus fréquentes. Les hallucinations du goût et de l'odorat, plus rares dans le rêve, correspondent à des sensations qui ne jouent dans la vie consciente qu'un rôle intermittent. Souvent même certaines personnes, très bien douées au point de vue de l'intelligence, sont privées, dès leur naissance, de l'une ou de l'autre de ces facultés ou même de toutes les deux à la

(1) Tissié, *Les Rêves*, p. 12.

fois. En général, les sensations du goût et de l'odorat sont celles que la mémoire évoque avec le plus de difficulté et le moins de netteté.

Très souvent nos rêves sont provoqués par des impressions sensorielles mal interprétées. C'est ce que montrent les expériences bien connues d'A. Maury. Une personne placée à ses côtés était chargée de lui faire éprouver des sensations diverses, puis de le réveiller, au bout d'un certain temps. On le pince légèrement à la nuque; il rêve qu'on lui pose un vésicatoire, ce qui éveille le souvenir d'un médecin qui le traita dans son enfance. On approche de sa figure un fer chaud; il rêve aux chauffeurs, puis à la duchesse d'Alrantès, qui le prend pour son secrétaire. Il avait lu dans les mémoires de Mme d'Alrantès, quelques détails sur les chauffeurs, qui s'introduisaient dans les maisons et forçaient ceux qui s'y trouvaient, en approchant leurs pieds d'un brasier, à dire où était leur argent. On lui fait respirer de l'eau de Cologne; il rêve qu'il est dans la boutique d'un parfumeur, puis en Orient, au Caire, chez Jean-Marie Farina (1).

Certains dormeurs subissent d'une façon remarquable les effets de la suggestion verbale, ce qui permet de diriger leurs rêves. Lemoine a raconté l'histoire d'un officier de marine, qui parlait ses rêves et recevait toutes les suggestions que ses camarades s'amusaient à lui donner. Ceux-ci conduisaient ainsi ses rêves à leur fantaisie. Un jour, ils lui suggèrent qu'il se jette à la nage pour sauver un homme tombé à la mer. Il se précipite sur le plancher, croyant plonger dans les flots. Un autre jour, ils lui mettent un pistolet dans la main et inventent une histoire de duel; au moment voulu, le coup part, il se réveille (2).

J'ai eu à mon service une fille à qui l'on disait le soir :

(1) Maury. *Le sommeil et les rêves*, p. 155.
(2) Lemoine, *Du sommeil au point de vue physiologique et psychologique*, p. 312. Paris 1855.

« Vous réveillerez demain à telle heure la cuisinière, qui couche dans votre chambre. » Le lendemain à l'heure dite, elle s'écriait d'une voix forte et sans se réveiller : « Il est telle heure. »

On sait que nous pouvons nous donner à nous-même l'auto-suggestion de nous éveiller à une heure déterminée. Il suffit d'en avoir l'intention, le soir, en s'endormant et, très souvent, le réveil se produit à l'heure voulue. C'est un phénomène de suggestion dite à échéance fixe, dont nous trouverons d'autres exemples dans le sommeil hypnotique. L'inconscient du dormeur a la notion du temps écoulé.

On a fait remarquer que la suggestibilité des dormeurs est élective comme aussi celle de l'hypnotisé. La voix d'un ami sera entendue de préférence à celle d'un étranger. De même, la mère endormie se réveille au cri de son enfant et n'entend pas les bruits de la rue, qui cependant frappent et impressionnent son oreille.

Enfin nos rêves ont souvent pour cause des impressions organiques internes, résultant de la digestion, de la circulation, de troubles maladifs, de fausses positions prises en dormant. Provoqués par des impressions douloureuses, ils prennent la forme de cauchemars.

En résumé, l'origine des rêves se rattache à quatre causes principales : l'activité spontanée des facultés sensorielles ; les sensations externes ; la suggestion ; les impressions organiques internes.

La troisième phase du sommeil est ce qu'on appelle le sommeil plein.

Le sommeil plein est-il, comme on l'a prétendu, dépourvu de rêves? On serait tenté de le croire, quand on voit un homme dormir à poings fermés, du sommeil du juste, sans faire un mouvement, et qu'il affirme au réveil qu'il n'a fait aucun rêve. Mais j'ai vu si souvent mes enfants rire, pleurer, parler en dormant et ne se souvenir de rien ensuite, que l'oubli complet ou l'amnésie

pourrait être, tout aussi bien que le repos absolu du cerveau, la caractéristique d'une certaine profondeur de sommeil. Les rêves, en général, laissent peu de trace dans la mémoire. Si l'on s'en souvient quelquefois, au réveil, il arrive aussi très souvent que quelques heures après, toute trace en est effacée de la mémoire.

M. Vaschide a étudié les phénomènes du rêve pendant plusieurs années, au laboratoire de psychologie de la Salpêtrière. La méthode consiste à examiner les sujets toute la nuit, de très près, recueillant avec soin les changements de physionomie, les gestes, les mouvements, de même que les rêves faits à haute voix et les rêves racontés après le réveil, par les dormeurs, tout en déterminant chaque fois la profondeur du sommeil par les procédés connus de Kolschutter, Spitta, Michelson.

La conclusion de M. Vaschide est qu'il n'y a pas de sommeil, même de sommeil profond sans rêves. Mais tout est relatif. Il peut se produire des moments d'inertie mentale dans le sommeil comme à l'état de veille. Le sommeil ne serait donc pas, comme le disait Homère, un frère de la mort, mais un frère de la vie, suivant l'expression très juste de M. Vaschide. C'est une phase de la personnalité, une sorte d'état second propre aux gens normaux, mais comparable à certaines altérations de la personnalité que nous étudierons plus loin.

Il résulte des observations de M. Vaschide, que la nature des rêves varie avec la profondeur du sommeil. Plus le sommeil est profond, plus les rêves concernent une partie antérieure de notre existence. Plus le sommeil est léger, plus ils reflètent les émotions de la veille. Dans le sommeil d'une profondeur moyenne, les rêves sont plus stables, plus précis, moins fugitifs que dans le sommeil superficiel. C'est surtout dans le sommeil léger qu'ils manifestent de l'incohérence. Mais on constate que les rêves d'une même nuit s'enchaînent généralement entre eux, suivant les lois de l'association des idées, qui n'est pas

entièrement rompue (1). Il y a même des rêves qui se poursuivent pendant plusieurs nuits de suite.

Les songes du sommeil profond semblent presque toujours dirigés par une certaine logique. Gassendi raconte qu'ayant perdu un de ses amis, Louis Charambon, juge criminel au bailliage de Digne, il crut, une nuit, le revoir dans son sommeil. « Il me semble, écrit-il, le voir, lui tendre les bras, en lui disant : « Salut ! toi qui reviens du » séjour des morts ! » Puis, tout à coup, je m'arrête, faisant, dans mon songe, les réflexions suivantes : Mais, on ne revient pas ainsi de l'autre monde ; je rêve, sans nul doute ; mais si je rêve, où suis-je ? Non pas à Paris, puisque je suis venu à Digne. Je suis donc à Digne, dans ma maison, dans ma chambre à coucher, dans mon lit. Et comme je me cherchais dans ce lit, je ne sais quel bruit m'éveilla (2). »

Des savants, des littérateurs, des artistes prétendent avoir trouvé de brillantes inspirations dans le sommeil.

Cardan, Newton, Laplace résolvent, en dormant, des problèmes de mathématiques. « J'ai eu souvent, dans mes rêves, rapporte Burdach, des idées scientifiques qui me paraissaient tellement importantes qu'elles me réveillaient. Dans bien des cas, elles roulaient sur des sujets dont je m'occupais à la même époque ; mais elles m'étaient entièrement étrangères quant à leur contenu. »

Voltaire refait, pendant son sommeil, un chant de la *Henriade* ; Nodier crée *Lydia*, avec une théorie complète de l'avenir, à la suite de rêves qu'il eut en 1828 et qui se succédèrent, écrit-il, avec un tel redoublement d'énergie,

(1) Je rêve, une nuit, qu'un lion rugissant menace un de mes enfants et je me réveille au moment où l'animal furieux se précipite sur lui. Les rugissements continuent, mais je constate qu'il s'agit simplement du ronflement formidable d'une personne couchée dans mon voisinage. Je me rendors et je rêve que je raconte à un de mes amis mon rêve précédent, comme un exemple des illusions produites sur l'imagination des dormeurs, par des sensations externes mal interprétées.

(2) *Syntagma phil.*, part. II, livre VIII.

de nuit en nuit, que l'idée se transforma en conviction. La Fontaine composa en rêve la fable des deux pigeons et Tartini sa fameuse sonate du diable.

Il ne faut cependant pas attacher à ces récits une confiance exagérée. Que l'imagination d'un homme de génie travaille, même dans le sommeil, avec plus de puissance que celle du commun des mortels, c'est bien possible. Que ses rêves s'enchaînent parfois avec une logique qui étonne, je l'admets encore. Mais ces productions morphéiques ont été notées, revues et corrigées par leurs auteurs, après le réveil. Savaient-ils bien eux-mêmes quelle était, dans l'œuvre finale, la part du rêve et celle du travail conscient ? Les poètes, les musiciens, les artistes se plaisent à dire — nous le verrons plus loin — qu'ils reçoivent leurs inspirations de l'inconscient. Mais il y a loin de l'inspiration à l'œuvre achevée. L'inspiration n'est souvent qu'une émotion plus ou moins vague qui joue le rôle d'un détonateur en face d'un explosif, en éveillant dans l'intelligence tout un enchaînement d'idées parfaitement conscientes.

N'attribuons donc pas au rêve plus qu'il ne lui est dû. Reconnaissons seulement que, dans le sommeil, une certaine faculté logique survit à la raison et la remplace. Il en est de même de la volonté. L'homme endormi n'est maître ni de son attention, ni de ses actes. Il n'a qu'une volonté affaiblie, de simples volitions, impuissantes souvent à entrer en lutte avec l'inertie musculaire. Il rêve qu'il est poursuivi, qu'il veut échapper à un danger par la fuite. Ses membres s'y refusent, malgré ses efforts. Il croit faire un pas, trébuche, se relève et reste à la même place, en proie à une angoisse extrême. La volonté a perdu tout pouvoir d'excitation et de direction sur les systèmes nerveux et musculaire. Il arrive cependant que, pour échapper à un rêve pénible, le dormeur conserve encore une volonté suffisante pour se jeter à bas de son lit et se

réveiller. Le Dr Tissié en a cité des exemples (1). Le plus souvent nous nous figurons simplement dans nos rêves que nous marchons, que nous agissons, parfois même que nous volons dans les airs. L'illusion est complète. Elle résulte évidemment d'une hallucination du sens musculaire.

L'imagination des dormeurs est puissante. Elle objective avec une réalité saisissante les types des personnages hallucinatoires du rêve. Les traits de leur visage, leur physionomie, leur attitude, leur langage, le son de leur voix, tout est reproduit avec une fidélité telle que nous aurions bien de la peine, à l'état de veille, pour reconstituer tous les détails de tableaux aussi vivants. L'homme qui rêve tient pour absolument distincts de son propre moi les personnages créés inconsciemment par son imagination. C'est un phénomène de dédoublement. La réflexion remet les choses au point après le réveil. Mais il faut un sens critique assez développé, pour distinguer une hallucination d'une réalité. C'est surtout une affaire d'expérience traditionnelle et d'éducation. Tous les peuples primitifs ont cru à la réalité objective de leurs rêves.

Les sentiments comme la joie, la douleur, la crainte, la jalousie, la haine, l'amour, l'amitié, se manifestent dans le rêve avec une extrême intensité. Ils entrent en jeu suivant le thème qui leur est fourni par l'imagination, qui est vraiment la seule maîtresse du logis.

La mémoire des dormeurs est souvent beaucoup plus étendue que celle des mêmes personnages éveillés. Nous avons une mémoire latente où le rêve va puiser ses matériaux. Abercrombie raconte qu'un de ses amis, employé comme caissier dans une des principales banques de Glascow, était à son bureau, quand un individu bègue vint lui réclamer le paiement d'une somme de six livres. Le caissier fit droit à sa demande et oublia d'en prendre

(1) Tissié, *Les rêves*, pp. 35, 36, 58.

note. A la fin de l'année, huit ou neuf mois après, la balance des comptes ne put être établie. Il s'y trouvait une erreur de six livres. Le malheureux caissier passa inutilement plusieurs nuits à chercher l'erreur. Vaincu par la fatigue, il se mit au lit et rêva qu'il était à son bureau. Le bègue s'y présentait et tous les détails de l'affaire lui revenaient à l'esprit. A son réveil, il reconnut que la somme payée n'avait point été portée à son journal, et qu'elle répondait exactement à l'erreur (1).

Le Dr Tissié à qui j'emprunte ce récit, raconte encore ce trait d'après Mac Nish. M. R., propriétaire dans la vallée de Gala, était poursuivi en justice pour une somme considérable d'argent, que son père avait payée jadis et qu'on lui réclamait à nouveau. Il fit de longues et inutiles recherches dans les papiers de la succession, et ne put retrouver aucune preuve en sa faveur. Le terme du paiement arriva. Il devait s'exécuter le lendemain et M. R. se coucha, l'esprit très préoccupé de ce qui se passait. A peine était-il endormi qu'il crut voir apparaître son père. Ce dernier lui apprit qu'il avait réellement payé la somme réclamée, et que les papiers relatifs à cette affaire se trouvaient chez un avoué retiré des affaires à Suveresk, près d'Édimbourg. Le père ajouta : « S'il venait à oublier cette particularité, rappelez-lui qu'il s'éleva entre nous une difficulté sur le change d'une pièce d'or de Portugal, et que nous convînmes de boire la différence à la taverne. » M. R. alla à Suveresk, retrouva la personne désignée dans son rêve, très avancée en âge. Elle avait tout oublié. Cependant la circonstance de la pièce d'or lui remit tout en mémoire. On trouva les papiers et le procès fut gagné.

On serait peut-être tenté d'attribuer cette étrange révélation à une cause surnaturelle, si l'on ne connaissait les phénomènes de la mémoire latente. M. R. avait, sans doute, su et oublié le nom de l'avoué de son père et les détails de l'affaire. Un rêve les lui avait rappelés.

(1) Tissié, *Les rêves*, p. 149.

Alfred Maury pense un jour au nom de Mussidan, et cherche en vain à se rappeler dans quel département se trouve cette ville. Quelques jours après, il rêve qu'un certain personnage lui dit qu'il vient de Mussidan. Il lui demande où se trouve cette ville. L'autre répond que c'est un chef-lieu du département de la Dordogne. Il se réveille peu de temps après, se rappelle le songe et consulte son dictionnaire. A sa grande surprise, il découvre que le personnage du rêve ne s'était pas trompé (1).

Autre exemple encore emprunté à Maury. « J'ai passé, dit-il, mes premières années à Meaux et je me rendais souvent dans un village voisin, à Trilport. Une nuit en rêve, je me trouve transporté aux jours de mon enfance et jouant dans le village de Trilport. J'aperçois, vêtu d'un uniforme, un homme auquel j'adresse la parole en lui demandant son nom. Il m'apprend qu'il s'appelle C., qu'il est garde du port, puis disparaît pour faire place à d'autres personnages. Était-ce là une pure imagination, ou y avait-il eu à Trilport un garde du port du nom de C. ? Je l'ignorais, n'ayant aucun souvenir d'un pareil nom. J'interroge quelque temps après une vieille domestique, qui me conduisait souvent à Trilport. Je lui demande si elle se rappelle un individu du nom de C. et elle me répond aussitôt, que c'était un garde du port de la Marne, quand mon père construisait son pont. Très certainement je l'avais su comme elle. Mais le souvenir s'en était effacé. Le rêve, en l'évoquant, m'avait comme révélé ce que j'ignorais. »

Des personnes perdent parfois la mémoire totale ou partielle, à la suite d'une maladie. Il est arrivé qu'elles retrouvent pendant leur sommeil le souvenir des choses oubliées. La mémoire n'était pas détruite, un phénomène de dissociation l'avait simplement fait passer dans le domaine de l'inconscient.

(1) Tissié, *Les rêves*, p. 46.

Il n'est même pas nécessaire qu'un fait ait été connu du moi conscient pour que le rêve en fasse revivre le souvenir. Un grand nombre de perceptions nous échappent à l'état de veille. Nous regardons sans voir; nous écoutons sans entendre. Le champ de l'attention est beaucoup plus limité que celui des perceptions inconscientes. Ces perceptions ignorées sont susceptibles de se révéler à notre esprit pendant le sommeil, par suite des communications qui s'établissent alors entre le conscient et l'inconscient. On a cité de nombreux exemples de personnes qui, ayant perdu un objet, un bijou, par exemple, qu'elles ont laissé tomber sans s'en apercevoir, rêvent que l'objet perdu est en tel endroit et le retrouvent au réveil, grâce à cette indication. On peut admettre qu'en pareil cas, l'inconscient avait eu connaissance de l'accident par quelque perception d'origine sensorielle, qui avait échappé à la personne consciente (1).

Les perceptions inconscientes, acquises pendant le sommeil, peuvent réagir aussi sur l'état de veille. « Dans une salle de douze malades endormis tous naturellement ou par hypnose, on réveille un sujet. On lui suggère une hallucination rétroactive d'un fait qui se serait passé la veille, par exemple dans la même salle : rixe ou querelle. Le malade accepte la suggestion. Il est, au besoin, prêt à jurer que le fait s'est réellement passé sous ses yeux. Mais voici le plus curieux : si l'on réveille alors l'un des sujets qui ont assisté à la scène et qu'on l'interroge sur le même fait supposé, il se le rappelle et le certifie aussi. Il en est de même de tous les autres, même de ceux qui dormaient d'un sommeil naturel, car ils ont entendu la discussion sans se réveiller (2). » Ce cas de faux témoignage suggéré

(1) Myers, *La conscience subliminale*, dans : ANNALES DES SCIENCES PSYCHIQUES, 1899, pp. 234 et suiv.

(2) Tissié, *Les rêves*, p. 158. — Bernheim, *Le faux témoignage suggéré pendant le sommeil*, dans LE PROGRÈS MÉDICAL du 17 août 1889, p. 156.

pendant le sommeil, prouve combien il peut être imprudent de parler devant un homme endormi de choses qu'il ne doit pas savoir, et montre une des innombrables fissures par où l'erreur peut se glisser dans le témoignage humain.

Les impressions du rêve, même lorsqu'elles sont purement imaginaires, sont capables d'exercer sur certains esprits une suggestion profonde dont l'effet se produit après le réveil. Taine a cité le cas d'un gendarme qui, ayant assisté à une exécution, rêve qu'il était guillotiné lui-même. Il en fut troublé si profondément qu'il finit par se suicider (1). Un employé de magasin, soigné par le Dr Faure, rêve qu'il est ruiné. A son réveil cette idée l'obsède durant plusieurs jours et revient par crises pendant l'espace de sept ans. La poésie a mis à profit l'effet dramatique de ces rêves obsédants : Thyeste craint la vengeance de son frère Atrée, à qui il a enlevé jadis Ærope sa fiancée. Chaque nuit, en songe, l'ombre d'Ærope lui apparaît et l'entraîne vers son tombeau où il trouve l'implacable Atrée armé d'un poignard,

> Qui semble d'une main lui déchirer le flanc,
> Et, de l'autre, à longs traits l'abreuver de son sang.

Le Dr Krafft-Ebing a recueilli des exemples de malades guéris à la suite d'un rêve qui leur annonçait leur guérison. M. Myers parle d'une dame qui, ayant cru entendre en rêve une de ses amies défunte lui prédire sa mort prochaine, en fut si impressionnée qu'elle mourut, en effet, le jour annoncé. L'histoire est pleine de récits où l'on voit de simples rêves peser sur la destinée d'un homme, transformer son caractère, ses croyances et le lancer dans des entreprises hardies sous l'influence d'une impulsion irrésistible. Ces faits peuvent s'expliquer naturellement par l'auto-suggestion et par l'influence du moral sur le physique. Il en est ainsi chaque fois que le rêve et l'événe-

(1) Taine, *De l'Intelligence*, I, p. 119.

ment qui le suit sont liés entre eux par une relation de cause à effet.

Jusqu'ici les facultés propres à l'homme normal, modifiées seulement dans leurs rapports réciproques de coordination, nous ont suffit pour rendre compte des phénomènes du sommeil. Certains cas ne se prêtent plus à cette explication. Il arrive, par exemple, que des dormeurs paraissent avoir connaissance de faits qu'aucune perception par les voies sensorielles ordinaires n'a pu leur révéler. Tels seraient les rêves télépathiques.

Voici en quoi consiste la télépathie. Deux amis A et B viennent à se séparer. L'un d'eux, B je suppose, entreprend un lointain voyage. Il subit, à un moment donné, un grave accident ou bien il meurt. A en est averti à l'instant même où l'événement se produit, ou bien peu de temps après, soit à l'état de veille par une impression vague et angoissante ou par une hallucination, soit pendant le sommeil par un rêve, qui le plonge dans une vive anxiété à l'endroit de son ami absent.

La Société des recherches psychiques de Londres s'est livrée à une enquête sur les cas de télépathie. Trois de ses membres, MM. Gurney, Myers et Podmore se sont chargés d'en réunir les éléments. Leur travail, publié en anglais sous le titre *Phantasms of the living* (Fantômes des vivants) a été traduit en français (1). Il renferme de nombreux documents entourés de toutes les garanties d'authenticité et d'exactitude qu'il a été possible de se procurer. Un chapitre est consacré aux rêves télépathiques concernant la mort d'une personne. J'en extrais les deux exemples qui suivent, pour mieux fixer les idées sur la nature du phénomène.

M. Frédéric Wingfield écrit de Belle-Isle-en-Mer (Côtes du Nord), à la date du 20 décembre 1883 :

(1) Sous le titre : *Les hallucinations télépathiques*, traduction de L. Marillier. Un vol. in-8° de XVI-393 pages. Paris, Alcan 1891.

« Je vous donne l'assurance la plus ferme que tout ce que je vais vous raconter est le compte rendu exact de ce qui s'est passé. Je puis faire remarquer que je mérite si peu l'accusation de me laisser facilement impressionner par le surnaturel, que j'ai été accusé, à juste titre, d'être d'un scepticisme exagéré à l'égard des choses que je ne puis expliquer.

» Dans la nuit du jeudi 25 mars 1880, j'allai me coucher après avoir lu assez tard, comme c'était mon habitude. Je rêvai que j'étais étendu sur mon sofa et que je lisais, lorsque, levant les yeux, je vis distinctement mon frère Richard Wingfield Baker, qui était assis sur une chaise devant moi. Je rêvais que je lui parlais, mais qu'il inclinait simplement la tête, en guise de réponse, puis se levait et quittait la chambre. Lorsque je m'éveillai, je constatai que j'étais debout, un pied posé par terre près de mon lit et l'autre sur mon lit, et que j'essayais de parler et de prononcer le nom de mon frère. L'impression qu'il était réellement présent était si forte, et toute la scène que j'avais rêvée était si vivante, que je quittai la chambre à coucher pour chercher mon frère dans le salon. J'examinai la chaise où je l'avais vu assis; je revins à mon lit et j'essayai de m'endormir, parce que j'espérais que l'apparition se produirait de nouveau; mais j'avais l'esprit trop excité, trop péniblement troublé par le souvenir que je gardais de mon rêve. Je dois cependant m'être endormi vers le matin; mais lorsque je me réveillai, l'impression de mon rêve était aussi vive que jamais et je peux bien ajouter qu'elle est restée jusqu'à cette heure aussi forte et aussi claire. Le sentiment que j'avais d'un malheur imminent était si fort, que je notai cette apparition dans mon journal et y ajoutai les mots : « Que Dieu l'empêche ! »

» Trois jours après, je reçus la nouvelle que mon frère Richard Wingfield Baker était mort le jeudi soir, 25 mars 1880, à huit heures et demie, des suites de blessures ter-

ribles qu'il s'était faites, dans une chute, en chassant avec les chiens de Blackmore Vale.

» Je dois seulement ajouter qu'il y avait un an que j'habitais cette ville; que je n'avais pas de nouvelles récentes de mon frère, que je le savais en bonne santé et que c'était un parfait cavalier. Je n'ai communiqué mon rêve immédiatement à aucun de mes amis intimes, parce que malheureusement aucun de mes amis n'était auprès de moi, à ce moment. Mais je racontai l'histoire après avoir reçu la nouvelle de la mort de mon frère, et je montrai la note que j'avais écrite dans mon journal. Je n'ai malheureusement pas de preuves, mais je vous donne ma parole d'honneur que les choses se sont passées exactement comme je le raconte. »

Dans le cas qui suit, le dormeur aurait eu une vision parfaitement lucide de l'événement qui a provoqué le rêve télépathique (1).

« The Close, Winchester, 16 juillet 1883.

» Je partis d'Oxford, c'était je crois en 1848, pour passer un jour ou deux avec mon frère Acton Warburton, alors avocat, qui demeurait, 10, Fish Street, Lincoln's Inn. Lorsque j'arrivai chez lui, je trouvai un mot de lui sur la table. Il s'excusait d'être absent et me disait qu'il était allé à un bal quelque part dans le West End, et qu'il avait l'intention de rentrer peu après une heure. Au lieu d'aller me coucher, je restai à sommeiller dans un fauteuil. Mais, à une heure exactement, je m'éveillai en sursaut en m'écriant : « Par Jupiter ! il est par terre ! » Je voyais mon frère qui sortait d'un salon, sur un palier brillamment éclairé, se prenait le pied à la première marche de l'escalier et tombait la tête en avant, ne parant le choc qu'avec ses coudes et ses mains (je n'avais jamais vu la maison et je ne savais pas où elle se trouvait). Me

(1) *Les hallucinations télépathiques*, p. 107.

préoccupant fort peu de l'incident, je sommeillai de nouveau, pendant une demi-heure, et je fus éveillé par l'entrée brusque de mon frère qui me dit : « Oh ! vous » voilà ! J'ai risqué de me casser le cou, autant que jamais » dans ma vie. En quittant la salle de bal, je me suis » accroché le pied et je suis tombé tout de mon long, en » bas de l'escalier. »

» C'est tout. Ce peut avoir été un rêve ; mais j'ai toujours pensé qu'il devait y avoir là quelque chose de plus.

» M. WARBURTON. »

Cet exemple est moins bon que le précédent, parce qu'il remonte à une époque plus ancienne et n'a été écrit que longtemps après l'événement. La note inscrite dans son journal par M. Wingfield, avant de connaître la mort de son frère, immédiatement après son rêve, enlève tout soupçon que le récit ait été inventé après coup. Le journal communiqué par M. Wingfield renfermait, parmi beaucoup d'autres choses, cette mention : « Apparition, nuit de jeudi, 25 mars 1880. R. B. W. B. Que Dieu l'empêche ! » Les quatre lettres initiales sont celles du frère de M. Wingfield, dont le nom complet s'écrivait : Richard Baker Wingfield Baker.

Au début de son enquête, en 1885-86, la Société des recherches psychiques avait adressé à 5360 personnes la question suivante :

« Depuis le 1er janvier 1874, avez-vous jamais rêvé de la mort d'une personne de votre connaissance ? Ce rêve vous a-t-il particulièrement frappé et vous en est-il resté une impression angoissante, pendant une heure au moins après vous être levé ? »

Parmi les personnes interrogées, 173 ont répondu oui. Sept d'entre elles étaient, au moment où elles firent ce rêve, extrêmement inquiètes de la personne dont elles ont rêvé. Éliminons ces cas défavorables. Il reste 166 *oui*.

Mais 18 personnes ont dit avoir eu plusieurs fois un rêve de ce genre. Si nous supposons que cela leur soit arrivé 2 fois, il faudra ajouter 36 au nombre 166. Le total est donc 202 ; c'est-à-dire que 1/26 du nombre total des personnes interrogées peut être considéré comme ayant répondu oui.

Les auteurs des *Phantasms of the living* ont cherché à soumettre ces données au calcul des probabilités. Ils arrivent à cette conclusion, que le nombre des rêves télépathiques paraît dépasser de beaucoup celui qui résulterait de simples coïncidences fortuites, si l'on accepte les bases fournies par leur enquête. Mais ils reconnaissent eux-mêmes que ces bases sont fragiles. Toutes les nuits, des millions de personnes rêvent. Il n'est pas étonnant que, parmi ces millions d'images qui traversent des millions d'esprits, il y en ait quelques-unes qui coïncident par hasard avec des objets réels. Nous ne savons pas quelle est la proportion des gens qui rêvent habituellement ; nous ignorons quelle est la proportion des rêves dont on se souvient. Les rêves sont souvent confus et obscurs, et la connaissance du fait réel peut, après coup, donner à notre souvenir une clarté que n'avait pas l'image qui nous est apparue. Aussi les auteurs anglais concluent-ils qu'on ne peut fonder la télépathie sur les rêves seuls. Mais ils pensent que les faits recueillis rendent moins vraisemblable qu'on puisse expliquer par le hasard les coïncidences entre les rêves et les événements extérieurs (1).

Nous venons de voir le rapport télépathique, ou présumé tel, se manifester entre un dormeur et une personne éveillée. Cette dernière paraissait jouer le rôle d'agent, agent inconscient, et le dormeur celui de percipient. Les rôles peuvent être renversés. Le dormeur devient alors l'agent par rapport à la personne à l'état de veille ; ou

(1) *Les hallucinations télépathiques*, p. 98.

bien encore, la correspondance télépathique s'établit entre deux sujets à l'état de veille. Nous aurons l'occasion d'étudier ces différents cas. C'est alors seulement que nous pourrons nous former une idée complète de la télépathie.

De tout temps, les phénomènes mystérieux du sommeil ont vivement frappé l'imagination des hommes. Les peuples primitifs ont tous confondu leurs rêves avec la réalité, prenant pour des êtres réels ou pour des apparitions surnaturelles, les fantômes engendrés dans le sommeil par l'activité inconsciente de l'esprit, dont ils ignoraient les lois.

C'était aussi une opinion très accréditée chez les anciens, que l'homme peut apprendre en dormant des choses qu'il ignore et qui sont absolument au-dessus de ses moyens ordinaires de connaissance.

« Une preuve, dit Platon, que Dieu a donné la divination a l'homme, pour suppléer à son défaut d'intelligence, c'est qu'aucun individu ayant l'usage de la raison n'atteint jamais une divination inspirée et véritable ; mais bien celui dont la faculté de penser se trouve contrariée par le sommeil ou égarée par la maladie ou quelque fureur divine (1). »

Les devins ou interprètes des songes jouaient un rôle considérable dans les sociétés antiques. Présages, horoscopes, conseils pour la conduite ou pour la santé, on croyait trouver tout cela dans le rêve. L'inconscient des dormeurs avait une réponse prête pour toutes les questions qui lui étaient posées.

Les malades allaient consulter les dieux sur leur santé, par le moyen de l'incubation ou du sommeil sacré, dans les sanctuaires d'Esculape, d'Isis ou de Sérapis. Aristophane, dans le *Plutus*, nous a fait connaître la journée d'un des fidèles du dieu Esculape. Après avoir fait leurs

(1) Platon, *Timée*, 71.

ablutions dans la fontaine sacrée et offert des sacrifices, les pèlerins se retiraient sous de vastes portiques destinés à les abriter pendant la nuit. Ils s'endormaient avec l'espoir que le dieu leur apparaîtrait pendant leur sommeil et leur révélerait le moyen de guérir leurs maux. Le matin, chacun allait rendre compte des communications reçues en songe aux prêtres, qui les interprétaient et surveillaient l'application des remèdes. Puis on attendait, autour de la source, la guérison demandée. Les fouilles du temple d'Esculape, à Épidaure, ont mis au jour le sanctuaire du dieu, ses statues, la source, les autels, les portiques des pèlerins, les nombreuses stèles et les objets votifs, jadis suspendus aux murs du temple, en reconnaissance des guérisons attribuées au dieu guérisseur (1).

On pratiquait encore l'incubation auprès des tombeaux, dans l'espoir d'obtenir des rêves prophétiques. Chez les Grecs, on allait dormir auprès des tombeaux d'Amphiaraüs, de Calchas, d'Amphilochus, qui devinrent des sanctuaires très fréquentés.

Celui qui veut consulter Amphiaraüs, dit Pausanias, se purifie d'abord par un sacrifice qu'il offre au dieu. Après plusieurs jours d'abstinence et de fréquentes expiations, il lui immole un bélier sur la peau duquel il se couche ; puis, il attend, en dormant, qu'un songe lui apprenne ce qu'il désire savoir (2).

L'*Énéide* nous montre le roi Latinus allant consulter l'oracle de son père, le dieu Faunus, dans le bois sacré qui domine Albunée, en dormant sur des toisons (3).

Nos Livres saints et leurs interprètes autorisés nous apprennent que les songes ne furent pas toujours de vaines illusions. C'est pendant leur sommeil qu'un grand nombre de personnages bibliques entrèrent en communication avec l'Éternel.

(1) Dichl, *Excursions archéologiques en Grèce*, p. 311. Paris, 1890.
(2) Pausanias, L. I, ch. 31.
(3) Virgile, *Énéide*, L. VI, v. 79-95.

De nos jours, beaucoup de gens croient aux rêves lucides, aux *clara somnia* dont parle Cicéron. La chronique du merveilleux a enregistré de nombreux exemples de pressentiments éprouvés par les dormeurs, de songes révélant des faits que les sens normaux ne pouvaient pas faire connaître.

Je relève dans mes notes trois rêves étranges qu'une personne de ma famille eut pendant trois nuits consécutives, au sortir d'une longue maladie. Elle assiste dans son premier rêve à la naissance d'un enfant, venu avant terme, inattendu par conséquent. La scène se passe chez son médecin. Quelques heures après, à l'arrivée du docteur, qui venait visiter sa malade, celle-ci le félicite de la naissance de son fils, sans attendre qu'il lui en fasse part, et tous les détails du rêve sont reconnus exacts.

Le lendemain, la même personne rêve que nous recevons la visite d'un de nos amis, dont elle annonce, à son réveil, l'arrivée prochaine. En effet, dans la matinée, l'ami en question, qui habite ordinairement à quatre-vingts kilomètres de notre village, arrive inopinément et nous raconte qu'une circonstance, que nous ignorions absolument, l'ayant amené dans notre voisinage, il en avait profité pour venir nous voir.

Enfin, le surlendemain, nouveau rêve du même genre. Elle a vu venir un de mes vieux amis, qu'elle ne connaissait pas, dont elle ignore le nom, dont elle donne le signalement et qu'elle reçoit en mon absence. En effet, je suis obligé de partir pour un voyage et j'apprends à mon retour que l'ami annoncé et que je n'attendais nullement, est venu à la maison. Son signalement était exact. C'est la seule visite qu'il nous ait faite et personne des miens ne le connaissait.

Les récits de ce genre sont assez fréquents. Malheureusement ils n'ont pas été l'objet d'enquêtes méthodiques. Leur authenticité manque le plus souvent d'une base solide. Rien ne prouve qu'ils n'aient pas été arrangés

après coup, même de très bonne foi, et nous ne savons pas quelle part il faudrait faire aux coïncidences fortuites.

Tout ce que je puis dire, c'est que les trois exemples que je viens de citer sont rigoureusement exacts. Ils ont été inscrits, à leur date, dans mon carnet de notes. La personne qu'ils concernent n'a jamais rien éprouvé de semblable, ni avant ni après. Cette série isolée de trois rêves consécutifs, si bien adaptés à des événements réels, est une particularité curieuse. Mais elle n'est appropriée à aucun but et ne diffère pas, en cela, des résultats que donnerait le hasard. Lors même que la lucidité serait démontrée, il n'en faudrait pas conclure qu'elle est régie par un principe intelligent, si le plus souvent elle s'exerçait sans un but utile et bien défini. Ce serait alors une faculté inconsciente, automatique, accidentelle. Nous verrons des phénomènes semblables se reproduire avec une certaine constance, dans les divers états de dissociation.

Avant d'aller plus loin, résumons ce premier chapitre.

La nouvelle théorie du neurone nous permet de concevoir comment, par suite de variations encore mal connues mais certaines, dans l'état des cellules nerveuses et de leurs prolongements, les rapports réciproques des cellules peuvent être modifiés et même interrompus. De là à une théorie physiologique complète, il y a loin. Mais enfin, ces notions ont l'avantage de se concilier avec les données de la psychologie et de nous présenter une hypothèse très séduisante et très rationnelle du processus de la dissociation, dont le sommeil n'est qu'un cas particulier.

Nous connaissons beaucoup mieux les phénomènes du sommeil sous leur aspect psychologique. A ce point de vue, il est inexact de considérer le sommeil comme un temps de repos absolu. Le repos, dans le sommeil, n'existe guère que pour le système musculaire. Les organes des sens ne sont plus en rapport avec la conscience ; mais ils continuent, à l'exception de la vue, à recevoir les excitations

du dehors et sont le siège d'une activité automatique qui se traduit par des phénomènes hallucinatoires, lesquels forment un des éléments du rêve. Les facultés psychiques travaillent sous l'influence de ces impressions réelles ou hallucinatoires, mais elles échappent au contrôle de la volonté et de la raison. L'imagination tient les premiers rôles. Les limites de la mémoire ne sont plus les mêmes qu'à l'état de veille. Elle fait revivre parfois des images qu'on aurait pu croire à jamais effacées. Les idées s'associent le plus souvent d'une manière incohérente; mais elles donnent lieu aussi à des combinaisons logiques, et cependant, ce n'est point la raison consciente d'elle-même qui préside à ces opérations ; mais une faculté automatique, très supérieure assurément à l'estimative, qui, chez les animaux, remplace la raison ; mais comparable à l'estimative, au point de vue de l'inconscience et de l'automatisme. De même, la volonté fait place à des volitions, qui se heurtent à l'inertie musculaire. Nous avons le sentiment très exact de cette impuissance de la volonté et de la raison. L'idée ne vient à personne de prendre la responsabilité de ses rêves. Il y en a de parfaitement inavouables. Le plus souvent, les rêves ne laissent aucune trace dans la mémoire et ne comptent pour rien dans notre vie consciente. Mais il n'y a pas de sommeil sans rêves. Exceptionnellement ils nous fournissent parfois des matériaux utilisables à l'état de veille. Mais encore faut-il que l'intelligence de l'homme éveillé les soumette à son contrôle, les passe au crible de la raison, les accepte, les fasse siens et les mette en place dans la trame réfléchie de sa pensée. Si cette collaboration du conscient et de l'inconscient peut donner quelquefois des résultats utiles, trop souvent aussi elle aboutit, par défaut de critique, aux plus décevantes illusions. Les rappels de mémoire de sommeil à sommeil, de sommeil à veille et de veille à sommeil, montrent bien que les liens intimes de la personnalité ne sont pas rompus, malgré les modifications qu'elle subit.

En résumé, le sommeil est une des phases de notre personnalité, pendant laquelle la bête humaine travaille inconsciemment et sans but, sauf le cas où elle subirait l'influence de quelque pensée consciente étrangère au dormeur, dans ces rêves lucides, qui, avec les rêves télépathiques, soulèvent un des problèmes les plus anciens et les plus obscurs de la psychologie du sommeil.

Nous avons, chemin faisant, signalé plus d'un rapprochement entre le sommeil et les états analogues, en particulier le somnambulisme et l'hypnose (1). Tels sont, par exemple, les effets d'excitabilité musculaire par action réflexe, de contracture, d'anesthésie, de suggestibilité, d'automatisme, communs à ces différents états, qui appartiennent vraisemblablement à la même famille que le sommeil naturel ou physiologique. Nous allons voir ces rapprochements se confirmer en passant en revue les phénomènes de l'hypnotisme.

(A suivre) A. ARCELIN.

(1) Les lecteurs de la REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES n'ont certainement pas oublié l'excellent article de M. le Dr E. Masoin, professeur à l'Université de Louvain, sur le magnétisme animal, où notre éminent collaborateur a si bien étudié les affinités du sommeil naturel et du sommeil magnétique. (Voir le n° du 20 janvier 1890, p. 41).

GHEEL

COLONIE D'ALIÉNÉS

Quelques semaines nous séparent des festivités jubilaires qui vont remémorer, à Gheel, le millénaire de la patronne des aliénés, sainte Dymphne, et la fondation de la Colonie (1). Un coup d'œil jeté sur cette institution vénérable ne sera pas sans intérêt ; il ne sera pas non plus sans utilité.

Aujourd'hui, que les questions d'assistance et de patronage ont éveillé une généreuse émulation de la sollicitude officielle et de l'initiative privée, il peut sembler étrange qu'une application plusieurs fois séculaire du patronage familial des aliénés, tel qu'il est appliqué à la colonie de Gheel, soit si imparfaitement connue du public et du monde médical. Même parmi les « spécialistes », nous en avons rencontré dont les questions touchant notre grande Colonie d'aliénés prouvaient qu'ils n'en savaient guère plus long sur ce chapitre que le vulgaire : « Gheel est la ville » ou « le paradis des fous ».

Gheel n'a certes pas l'aspect d'une grande cité ; encore moins y rencontre-t-on les distractions spéciales qu'offrent les villes d'eaux et les stations balnéaires à leurs nombreux visiteurs ; on n'y trouve ni casino, ni petits chevaux, ni autres « amusements » dans le goût dépravé du siècle ;

(1) Ces fêtes auront lieu au mois de mai prochain : solennités religieuses, cortège, cantate, visite princière, rien n'y manquera.

mais pour ne pas y rencontrer ces distractions, les hôtes mènent dans les familles une vie calme, toute de repos, telle qu'elle convient au traitement de la plus triste des infirmités.

Nous en étonnerons beaucoup parmi les Belges qui liront ces lignes, en leur apprenant d'abord que Gheel est une commune de douze à treize mille habitants, dont la moitié forme l'agglomération, l'autre partie se livrant presque exclusivement aux travaux agricoles ; car les 10 800 hectares que mesure la superficie de la commune laissent large place au soc de la charrue.

Parmi les sept églises qui servent aux besoins du culte, deux sont des monuments remarquables, et l'une d'elles, dédiée à sainte Dymphne, la patronne des aliénés, renferme des œuvres artistiques du plus haut intérêt.

Gheel n'est pas non plus « l'île Sainte-Hélène », comme nous l'avons entendu désigner; deux lignes de chemin de fer (Anvers-Gladbach et Malines-Westmeerbeek-Gheel), remplaçant la fameuse diligence du temps jadis, permettent de s'y rendre sans trop de difficultés.

Nous n'avons pas la prétention de dire dans ces pages autre chose que ce qui a été écrit bien des fois avant nous; mais tant de préjugés, tant d'erreurs ont cours encore à propos de cette intéressante institution, qu'il n'est pas superflu d'y revenir. Le public médical belge lui-même ne la connaît pas. Alors qu'à l'exemple d'Esquirol (qui visita Gheel en 1821, en compagnie de Félix Voisin), « de nombreux médecins étrangers viennent de tous les pays de l'ancien et du nouveau continent, visiter notre institution et étudier le patronage familial, il est absolument rare de voir un médecin belge se donner la peine de se déplacer pour étudier sur les lieux l'organisation de notre Colonie » (1).

(1) Peeters, BULL. DE LA SOC. DE MÉDECINE MENTALE DE BELGIQUE, 1897, p. 240.

Disons d'abord quelques mots touchant l'origine de la colonie de Gheel.

Cette institution est d'origine toute religieuse. Au VIIe siècle, une princesse irlandaise réfugiée dans ce pays et poursuivie par son père, fut mise à mort par ce dernier pour avoir repoussé des sollicitations criminelles. Son tombeau, à l'exemple de beaucoup d'autres, devint un lieu de vénération : des malades de toute catégorie s'y portèrent nombreux. Comment et quand la dévotion s'est-elle spécialisée? On l'ignore. Sans doute, quelque prétendu possédé — le peuple en voyait partout à cette époque — recouvra-t-il la raison au tombeau de la sainte de Gheel, ce qui y aura fait affluer de nouveaux visiteurs ; et l'on comprend que les épidémies de démoniaques, fruit des croyances superstitieuses si vives au moyen âge, aient fourni à Gheel des contingents nombreux de « possédés » auxquels étaient mêlés sans doute nombre de malheureux insensés — de véritables aliénés, ceux-ci, tels que nous en voyons aujourd'hui — que l'ignorance et la naïveté considéraient comme frappés de la main divine (1).

La petite chapelle primitive, où la dévotion populaire honorait la vierge et martyre de Gheel, fit place à un temple magnifique. Achevée au milieu du XIVe siècle, l'église Ste-Dymphne fut consacrée par l'évêque de Cambrai, dont le diocèse comprenait cette paroisse. Sous la tour on construisit une habitation où les malades passaient le temps nécessaire aux pratiques religieuses. Dans cette dépendance *(de ziekenkamer*, l'infirmerie) se voient encore aujourd'hui, et en bon état de conservation, les cellules où les insensés demeuraient durant la neuvaine qu'on leur imposait.

(1) On sait que pendant plusieurs siècles le traitement des aliénés ne comportait que des pratiques religieuses. Un des panneaux du splendide rétable (daté de 1515), conservé à l'église Ste-Dymphne, nous fait assister à une scène d'exorcisme : tandis que le diable est en voie de s'échapper de la tête d'un malheureux qu'on maintient, un autre aliéné, chargé d'entraves, attend son tour d'être soumis aux pieuses pratiques.

Il est probable que c'est de cette coutume que date la colonie proprement dite : le nombre très restreint de pensionnaires que pouvait héberger cette primitive infirmerie, contraignait les nombreux arrivants à chercher asile chez les habitants, qui s'habituèrent insensiblement au contact de ces malades.

N'ayant pas à faire œuvre d'historien (1), franchissons d'un seul pas plusieurs siècles, pour nous arrêter au moment où Pinel, l'immortel réformateur du régime des aliénés, attira, à la fin du siècle dernier, l'attention des pouvoirs publics sur la situation atroce dont les malheureux aliénés souffraient dans les asiles, ou plutôt, dans les cachots de l'époque.

La voix de Pinel trouva de l'écho dans les provinces du Nord, et de Pontécoulant, préfet au département de la Dyle, ayant jugé les conditions de séjour des aliénés à Gheel infiniment supérieures à celles des aliénés à l'hôpital de Bruxelles, fit transférer ici ces derniers. L'exemple donné par plusieurs administrations, fut suivi par les provinces méridionales du royaume des Pays-Bas qui, à leur tour, envoyèrent leurs malades à Gheel.

Gheel n'était certes pas alors ce qu'il est aujourd'hui ; assurément, des abus s'y rencontraient. Aurait-il pu en être autrement dans ce petit village de Campine, alors que dans la capitale du monde les aliénés portaient encore la trace des fers qui les avaient si longtemps tenus enchaînés? Aussi, ne faut-il pas s'étonner si des voix s'élevèrent pour critiquer ce qui s'y passait (2) ; vantée peut-être à l'excès,

(1) On trouvera dans l'ouvrage de Kuyl, *Gheel*, 1863 (en flamand), de nombreux renseignements et documents sur tout ce qui concerne l'histoire de la commune et de la colonie A consulter aussi *Gheel*, par Duval (1867) et le livre intéressant, en cours de publication : *Gheel in beeld en schrift*, par M. le chanoine Janssens, ouvrage orné de nombreuses phototypies.

(2) Rappelons cependant à ce sujet ces paroles d'Esquirol : « Tous les documents que j'ai pu recueillir sur Gheel prouvent que ceux qui ont écrit sur ce village et ses habitants ne les ont pas visités. » *Traité des maladies mentales*, t. II.

Ce n'est encore que trop souvent vrai aujourd'hui.

combattue d'autre part jusque dans son principe, la colonie de Gheel échappa difficilement à l'arrêt de mort dont l'un de nos plus illustres compatriotes, psychiâtre fameux — j'ai nommé Guislain — voulait la frapper (1).

L'autorité locale, justement émue de retentissantes accusations qui pouvaient tarir une source de prospérité matérielle en même temps qu'elles jetaient une triste lumière sur l'institution, s'inspirant d'ailleurs de la loi (2) qui venait d'être votée en France, publia un nouveau règlement (1838) dans lequel furent introduites quelques réformes, principalement dans le cadre disciplinaire et pénitentiaire.

A ces débuts dans la voie de la réglementation, succéda bientôt l'événement le plus important de l'histoire de la Colonie : jusqu'à ce moment institution communale, la colonie de Gheel fut élevée, en 1851, au rang d'établissement d'État, et l'administration supérieure en prit la haute direction.

A partir de ce jour, la Colonie fut sérieusement organisée : des règlements spéciaux consacrèrent cette institution ; un service médical régulier fut assuré ; à des habitudes plusieurs fois séculaires on substitua une réglementation empreinte à la fois de douceur et de fermeté, où les détails propres à assurer le bien-être physique et moral de l'aliéné sont l'objet d'une attention toute spéciale. Des règlements ultérieurs vinrent compléter ou modifier cette œuvre, à laquelle Parigot, le premier Directeur de la Colonie, mettant à profit la longue expérience que lui avait donnée son séjour à Gheel, a indissolublement attaché son nom.

La direction de la Colonie fut confiée, nous venons de le dire, en 1851, à Parigot, qui en 1856 se déchargea de ses fonctions sur le docteur Bulckens ; celui-ci demeura

(1) *Exposé sur l'état actuel des aliénés en Belgique*, etc., 1838.
(2) Loi de 1838 ; elle régit encore la matière chez nos voisins.

20 ans à la tête de cette importante institution et fut remplacé, en 1876, par M. le docteur J. Al. Peeters, actuellement encore Médecin-Directeur. Voyons quelle est, à l'heure actuelle, l'organisation de la Colonie.

Comme tous les établissements d'aliénés de Belgique, la colonie de Gheel est du ressort du Ministère de la Justice ; en dehors d'un règlement spécial, elle est soumise aux lois et arrêtés qui règlent le régime des aliénés dans les autres établissements du royaume.

L'inspection et la surveillance des malades sont confiées à une *Commission supérieure*, présidée par le Gouverneur de la province. La surveillance de ce comité embrasse :

1° Le maintien des règlements d'ordre intérieur ;

2° Le personnel des employés ;

3° Le régime médical ;

4° Le régime économique, la nourriture, l'habillement, le coucher ;

5° Le régime hygiénique, la ventilation, le chauffage ;

6° Les écoles, les ateliers, les travaux ;

7° La tenue des registres ;

8° Les états statistiques prescrits ou demandés par l'administration supérieure ;

9° Les pièces relatives à l'admission et à la sortie, et, en général, l'exécution de toutes les mesures prescrites par la loi et par les règlements ;

10° Le patronage des aliénés indigents.

La Commission supérieure est consultée sur les réformes et améliorations à apporter dans la Colonie, et elle communique au Ministre de la Justice les avis et propositions que peuvent suggérer les visites dont les membres sont chargés.

Une autorité hiérarchique d'ordre inférieur est représentée par le *Comité permanent d'inspection*. Constitué d'autorités locales, ce comité est spécialement chargé de faire les placements — le médecin-directeur et les médecins de section entendus — tant des aliénés indigents

que des pensionnaires dont les familles n'auraient pas elles-mêmes désigné l'hôte (1). Il est chargé en outre de régler diverses questions administratives, de veiller aux intérêts des aliénés, de surveiller les hôtes et les nourriciers et de tenir la main à l'exécution des lois, arrêtés et règlements.

Aux termes de l'article 18 du règlement, les aliénés de toutes catégories peuvent être colloqués dans la commune de Gheel, sauf ceux à l'égard desquels il faut employer, avec continuité, des moyens de contrainte et de coercition, les aliénés-suicides, homicides ou incendiaires, ceux dont les évasions auraient été fréquentes ou dont l'affection serait de nature à troubler la tranquillité ou à blesser la décence publique. Gheel n'est donc point un endroit dangereux à habiter, et l'on peut s'y promener le jour et la nuit avec beaucoup plus de sécurité que dans beaucoup de grandes villes.

Le nombre des aliénés inscrits aux registres de la Colonie s'élevait en 1883 à 1663, en 1894 à 1886, en 1897 à 1983 dont 1060 hommes et 923 femmes.

Depuis cette année 1897, le nombre des aliénés est resté sensiblement stationnaire ; il faut l'attribuer à la construction de nouveaux établissements et à l'agrandissement des maisons existantes comme aussi aux prescriptions administratives invitant les autorités intéressées à ne pas envoyer les malades à trop grande distance de leurs familles 2).

(1) Sous ce nom sont désignés les habitants de la commune qui reçoivent les aliénés pensionnaires ; les « nourriciers » sont ceux qui acceptent les aliénés indigents.

(2) D'après le Dr Deperon, pareille situation se rencontre aussi à Lierneux (*Du patronage familial des aliénés*, 1898, p. 19). On pourrait relever aussi, avec l'honorable Médecin-Directeur de la colonie wallonne, l'anomalie résidant dans le fait que le traitement des médecins des asiles privés est établi suivant un nombre déterminé de centimes par jour et par aliéné indigent ou pensionnaire. Nous aimons à croire que cette position équivoque faite au médecin n'a point jusqu'ici donné lieu à des abus ; mais il n'est pas bon, surtout par le temps qui court, de donner à quelqu'un l'occasion de choisir entre son intérêt et sa conscience.

Les idiots et les imbéciles figurent pour 700 environ dans ce chiffre, formant donc le tiers à peu près de la population colloquée. Viennent ensuite 350 cas environ de folie systématisée progressive, près de 200 épileptiques, etc. Le nombre des hommes l'emporte quelque peu sur celui des femmes, l'aliénation mentale étant d'ailleurs moins fréquente chez ces dernières.

Avant d'être confié à sa famille adoptive, le malade passe par « l'Infirmerie », centre administratif de la Colonie, où, pendant cinq jours au moins, il est tenu en observation par le Médecin-Directeur. Celui-ci, aidé des divers renseignements, remplit la feuille d'observation et formule le diagnostic. Copie de cette feuille est ensuite transmise au médecin dans la section duquel le malade sera placé soit par le Comité permanent, s'il s'agit d'indigents, soit par les soins des familles, s'il s'agit d'un pensionnaire.

Pour le service médical, la colonie de Gheel est divisée en quatre sections (1) d'importance à peu près égale quant au nombre des malades. Dans chacune d'elles, le service médical est assuré par un médecin exclusivement affecté au soin des aliénés ; en dehors de la spécialité et d'expertises médico-légales, toute autre pratique de la médecine lui est formellement interdite. Il a pour mission de remplir les indications que l'état mental de ses clients pourra exiger, de traiter les maladies incidentes, et, au cours de ses tournées d'inspection, de veiller à ce que les prescriptions réglementaires générales (habitation, régime, vêtement, etc.) et celles que peuvent nécessiter des conditions spé-

(1) A l'heure actuelle, et malgré l'assentiment du Comité supérieur (1898) au projet du Médecin-Directeur, la Colonie est encore réglementairement divisée en deux sections ; à la tête de l'une se trouve, suivant l'ancien système, un médecin principal ayant un adjoint sous ses ordres ; l'autre section est partagée à son tour en deux parties, où le service est assuré par deux médecins agissant librement chacun dans sa circonscription. La situation actuelle ne tardera probablement pas à être définitivement réglée par voie d'arrêté royal.

ciales, telles que l'épilepsie, la paralysie générale, etc. soient convenablement observées.

Les malades curables doivent être visités au moins une fois par semaine ; pour les incurables, une fois par mois suffit à la lettre du règlement. A chaque visite, le médecin signe un livret au nom de l'aliéné, où se trouvent consignés des renseignements touchant son état-civil, et d'autres indications d'ordre administratif (domicile de secours, paiements, vêtements reçus, etc.) ; le médecin peut, comme les autres fonctionnaires chargés de la visite des aliénés, y mentionner, le cas échéant, les observations qu'il juge convenables. Chaque matin, les médecins de section font parvenir au Médecin-Directeur un rapport succinct où ils indiquent les parties de la section qu'ils ont visitées la veille, font part de leurs observations, s'il y a lieu, et signalent ce qu'ils estiment devoir porter à la connaissance de la Direction.

Chaque médecin est aidé dans son œuvre d'inspection et de surveillance par deux « gardes de section », auxiliaires précieux dont le rôle est d'une importance capitale. Leur principale fonction consiste à visiter la circonscription qui leur est assignée, en veillant à ce que les instructions générales ou spéciales (par exemple, l'emploi d'une cage entourant le foyer dans les maisons où habite un épileptique, paralytique général) soient convenablement observées. Les rondes des gardes de section sont tellement réglées que chaque garde visite au moins deux fois par mois toutes les maisons de sa circonscription. Comme moyen de contrôle de la régularité de ces visites, le garde estampille d'un cachet à date, qu'il reçoit chaque matin, le livret de chaque aliéné visité. Dans le but d'éviter le laisser-aller inévitable en cette besogne, si elle n'était guidée, le médecin désigne un article sur lequel, au cours de ses tournées, le garde doit particulièrement fixer son attention : le lendemain matin, le garde présente, inscrite sur un livret spécial, la liste des maisons visitées, avec les

observations qu'il a jugées opportunes. Après apposition du visa du médecin de section, le rapport est vu par le Médecin-Directeur, qui le signe à son tour. Celui-ci se trouve ainsi renseigné chaque matin sur tout ce qui s'est passé dans la Colonie pendant les 24 heures précédentes. Les points passés successivement en revue sont : la propreté de l'habitation, l'entretien des habillements, l'état des literies, la nourriture, etc.

Bien entendu, les nourriciers ne peuvent en aucune manière être prévenus des visites du médecin ou des gardes, pas plus que de celles du Comité permanent d'inspection, ni du Médecin-Directeur, qui, chacun, deux fois par an, visitent toutes les maisons de la Colonie. On peut estimer à cinquante le nombre des visites que les incurables reçoivent en une année ; pour les curables, le chiffre est beaucoup plus élevé.

Une surveillance réelle, quotidienne, est donc exercée tant sur l'état des malades que sur les conditions dans lesquelles ils sont placés ; d'ailleurs, si quelque fait répréhensible venait à être connu, le Comité permanent prendrait à l'égard des nourriciers coupables telles mesures qu'il jugerait opportunes, depuis le simple blâme jusqu'au retrait temporaire ou définitif des aliénés, sans préjudice, le cas échéant, des poursuites devant les tribunaux (1). Hâtons-nous d'ajouter, à l'honneur de la population gheeloise, que les faits répréhensibles sont extrêmement rares ; on n'en compte pas un par année pour une population de 1200 nourriciers et de 1900 malades.

Parmi les préjugés répandus en divers endroits de Belgique, relevons la croyance à l'usage de liens, de chaînes, voire même de boulets aux pieds ! Est-il besoin de dire que rien n'est plus faux ? Des 1200 maisons habitées par des aliénés, il n'en existe *aucune* où l'on trouverait une

(1) Le règlement de 1838 édictait une « note d'infamie » contre le nourricier qui, hors le cas de légitime défense, aurait battu ou maltraité le malade dont il avait la garde.

camisole de force. Seul l'emploi de gants de cuir est autorisé chez quelques malades portés à se mutiler ou à déchirer leurs vêtements. La douceur, la patience de la part des nourriciers, la liberté absolue pour l'aliéné, sont les règles que les efforts persévérants du Médecin-Directeur actuel de la Colonie ont pu faire accepter des nourriciers, que des habitudes plusieurs fois séculaires avaient mis trop longtemps en défiance à l'égard de cette innovation. Les abus incontestables qui sévissaient, il y a quarante ans, ne pourraient plus se produire aujourd'hui ; et si les critiques si vives (1) dont Gheel fut alors l'objet n'étaient point dénuées de tout fondement, il est regrettable que cet esprit de défiance, dont nous retrouvons l'écho jusque dans nos plus récents traités spéciaux, se manifeste parfois avec une acuité qui n'a d'égale que l'ignorance la plus absolue des conditions de séjour de nos aliénés.

N'est point nourricier qui le désire : l'aspirant-nourricier doit être d'une conduite irréprochable et doit, par l'état de son habitation, les conditions de vie, les moyens d'existence, etc., donner toutes les garanties d'une aisance relative ; l'enquête qui fournit ces renseignements et dont la conclusion est soumise à la décision du Comité permanent, permet d'écarter non seulement les indignes, mais aussi les ménages où l'insuffisance des ressources serait une tentation trop grande à l'économie aux dépens de l'aliéné.

La plupart des maisons de Gheel — nous avons ici en vue celles destinées à recevoir des indigents — sont construites de manière à pouvoir recevoir deux aliénés, chiffre maximum autorisé, sauf des cas exceptionnels relevant d'une autorisation ministérielle. Suivant le règlement de la Colonie (art. 35), les chambres servant de logement aux aliénés doivent avoir, au moins, une surface de

(1) Rappelons particulièrement la discussion qui se déroula à la Société médico-psychologique de Paris en 1860 et 1861.

6 mètres carrés et une hauteur de $2^m,50$. Elles doivent être munies de fenêtres mesurant au moins $0^m,60$ sur $0^m,75$; la présence de barreaux tels qu'on en voit assez fréquemment encore en dehors de l'agglomération, n'est plus exigée aujourd'hui, et avec raison d'ailleurs. Leur utilité problématique ne compense nullement la pénible impression qui s'y trouve naturellement liée et qui n'a rien de commun avec la vie de famille et de liberté telle qu'elle est pratiquée ici.

Nous passons sur d'autres prescriptions telles que la suppression des puits ouverts, l'existence d'une pompe, la bonne qualité des eaux, la construction dans des conditions convenables des puits, etc.

Les objets de literie et les habillements (qui ne portent aucune marque distinctive apparente) sont fournis par l'administration; leur entretien toutefois demeure, pour la plus grande part, aux soins des nourriciers.

A l'exception des malades malpropres, les aliénés prennent leur repas à la table commune; leur nourriture doit, en général, être la même que celle de la famille où ils sont placés. Assurément la cuisine des paysans ne se distingue ni par la variété des plats, ni par leur préparation, et ne saurait, pour l'ensemble, soutenir la comparaison avec celle des asiles. Mais il ne faut pas perdre de vue que la plupart de nos clients sont, depuis leur jeunesse, habitués à semblable régime; d'ailleurs, dans la mesure du possible, il est tenu compte, lors du placement, des conditions de vie antérieures de l'aliéné, de manière à lui procurer un milieu dont les éléments (famille, occupations, nourriture, etc.) ne soient pas pour lui un sujet de désagrément ou d'ennui. La création d'une école ménagère sera certainement, sous ce rapport entre autres, de la plus grande utilité pour l'amélioration de la situation des aliénés à Gheel.

Pour ce qui concerne les quantités de pain, de viande, de graisse, un minimum est prescrit par le règlement.

Assurément, un contrôle minutieux de l'observation de ces prescriptions est de toute impossibilité ; on y pourvoit dans la mesure du possible, par les rondes du midi faites de temps en temps par les gardes de section, dans le but de s'assurer si la nourriture donnée est en quantité suffisante et de qualité convenable. De plus, quand les sujets se rendent au bain, ils sont pesés et le poids est inscrit sur leur livret et dans un registre *ad hoc* : il y a là à la fois un contrôle de l'excellence du régime alimentaire et de l'état de santé des sujets.

Ajoutons que l'habillement et le couchage sont réglés conformément aux nécessités de la saison ou des besoins spéciaux, et nous aurons passé en revue les divers points qui touchent aux conditions matérielles de séjour des sujets envoyés à la colonie de Gheel.

On nous pardonnera d'être entré dans ce luxe de détails : nous avons voulu répondre à cette objection qu'il n'existe qu'une surveillance et un contrôle illusoires et superficiels. Rien n'est plus faux. Les nourriciers ne sont nullement abandonnés à eux-mêmes, comme d'aucuns se plaisent à le penser ou à le dire ; mais, pour n'être pas des gardes-chiourmes, les surveillants n'en exercent pas moins une réelle autorité, douce ou ferme suivant les besoins, cherchant à concilier les exigences spéciales que pourrait réclamer une situation donnée et les services qu'on peut attendre de braves gens qui ne demandent qu'à se rendre utiles sans doute, mais dont le savoir-faire peut, comme gardes-malades surtout, laisser parfois à désirer. C'est là peut-être le point le plus défectueux dans le patronage familial des aliénés. Pour répondre à ce besoin, le Médecin-Directeur actuel de la colonie a fait jadis des conférences dans lesquelles il exposait aux nourriciers, sous une forme aussi simple que possible, les notions d'hygiène relatives surtout à l'habitation, à l'alimentation, au vêtement et aux soins à apporter en cas d'accident ou de maladie. Il nous pardonnera certainement, si, tout en

reconnaissant l'excellence du but poursuivi, nous croyons qu'il y a peu à attendre du moyen employé : les efforts individuels et persévérants feront, pensons-nous, œuvre bien plus efficace que les leçons des conférenciers les plus dévoués. Il est bien regrettable, ici plus que partout ailleurs, que l'éducation professionnelle des gardiens d'asiles ne soit pas organisée en Belgique, comme elle l'est, entre autres, chez nos voisins du Nord (1).

Une amélioration sérieuse à l'état de choses existant ne pourra être obtenue que le jour où tous nos gardes de section pourront, en réelle connaissance de cause, être des guides éclairés pour les nourriciers inexpérimentés, sans compter l'aide excellente qu'ils prêteront de la sorte au médecin.

Disons maintenant quelques mots des aliénés eux-mêmes et de la vie qu'ils mènent à Gheel. Qu'on ne perde pas de vue que les aliénés placés ici — nous ne disons pas *envoyés*, car sous ce rapport il y aurait long à reprendre (2) — sont en quelque sorte des aliénés de choix, auxquels on peut, sans aucun danger, laisser la plus grande liberté d'allures. Ils sortent seuls et se mêlent à la famille dont ils partagent l'existence; ils se rendent utiles dans la mesure où leurs forces, leur intelligence et leurs aptitudes le permettent; à côté d'un grand nombre de non-valeurs, dont la place est indiquée dans un asile bien mieux que dans une colonie, il en est beaucoup qui sont d'excellents ouvriers agricoles; d'autres s'occupent dans les ateliers, ou viennent en aide à leur nourricier. Celui-ci est tenu de rémunérer chaque semaine son auxiliaire, dans la mesure de ses moyens et du

(1) Le monopole presque exclusif que détient en Belgique — sous le contrôle de l'État, il est vrai — l'initiative privée comme propriétaire ou comme desservant d'asiles, ne sera probablement pas le moindre obstacle le jour où l'on voudra sérieusement établir cette réforme.

(2) Voir notamment les observations du Médecin-Directeur M. Peeters, dans le BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ DE MÉDECINE MENTALE DE BELGIQUE, 1897.

travail fourni. Les femmes sont naturellement affectées aux soins du ménage et à la garde des enfants; chaque jour, nous sommes témoin de ce spectacle, des aliénées qui s'amusent avec les enfants, les surveillent, les conduisent à l'école, les prennent sur leurs bras, les bercent, etc. Bien entendu, pareille confiance ne naît pas au premier jour : bien imprudent serait celui qui s'y fierait dès le début; mais insensiblement la connaissance se fait et, s'il y a lieu, la confiance s'établit. Dans un ordre plus élevé, nous en voyons qui, possédant quelque culture artistique, ne font nullement mauvaise figure à l'orchestre du jubé le dimanche et parfois aux concerts; bien plus — pour citer un fait particulier — on a pu voir certains de nos pensionnaires remplir, à plus d'une reprise et avec une parfaite correction, le rôle de pasteur protestant, à l'occasion des funérailles d'un compatriote et coreligionnaire.

L'aliéné jouit donc au dehors de la plus grande somme de liberté possible, et retrouve, sous le toit qui l'abrite, l'affection et le dévouement. S'asseyant à la table commune, se rendant utile dans la mesure du possible, si son intelligence n'est point tellement délabrée qu'il n'y reste plus de place pour les émotions, il participe aux joies et aux peines de la famille adoptive ; et c'est chose touchante que d'entendre, dans la bouche d'un infortuné, les témoignages de son affection pour ses nourriciers qu'il appelle *vader* (père), *moeder* (mère), et qui le méritent : ce malheureux « *'t is ons kind* », disent-ils, « c'est notre enfant ».

A propos de ce contact journalier avec les aliénés, il ne sera pas hors de propos de rappeler cette opinion formulée, il y a plus de 80 ans, par Esquirol : le contact permanent avec les aliénés peut devenir cause, surtout pour l'enfance, d'aliénation mentale. Certes, pour un prédisposé, il y aurait danger réel à se trouver en contact journalier avec un délirant ou un névrosé. Mais une expérience de longue durée — puisqu'elle embrasse plusieurs siècles — démontre que, contrairement au préjugé et au dicton, le

contingent d'aliénés que la commune de Gheel fournit à sa propre colonie et aux asiles, n'est nullement supérieur à celui de la plupart des communes équivalentes du pays.

Revenons un instant sur la qualité des aliénés placés ici. Si la population de la colonie de Gheel comprend un grand nombre d'ouvriers agricoles et autres, elle comprend malheureusement une quantité beaucoup trop considérable de non-valeurs au point de vue du travail à fournir : idiots et imbéciles non éduqués, déments de diverses catégories, ils sont beaucoup trop nombreux ceux qui ne profitent pas, comme il le faudrait, des avantages du patronage familial, et c'est d'autant plus regrettable que, dans les asiles de Belgique, il y en a tant qui sont aptes au séjour en colonie en même temps qu'ils constitueraient une source de profits pour les paysans.

Si du moins il y avait quelque espoir de voir cette situation s'améliorer ! Mais le nombre des entrées a diminué — nous en avons dit plus haut la cause — et ceux qui nous arrivent sont trop souvent de vieux déments impropres à tout travail, ou des sujets qui, à raison des soins de propreté qu'ils réclament, font perdre aux nourriciers de nombreuses heures chaque semaine, sans compter les désagréments de tout genre dont ils sont cause.

Nous sortirions des limites que nous nous sommes tracées en comparant ici les conditions du régime des colonies à celles des asiles, et en discutant, d'une façon générale et sous divers rapports, les avantages respectifs de ces deux systèmes. Les partisans exclusifs de l'un ou de l'autre ont également tort. On ne peut, c'est bien évident, placer indistinctement tout aliéné dans une colonie ; mais ce point mis à part, les partisans des asiles ont tort, et grandement tort, de paraître se défier quand même du patronage familial des aliénés.

Comme nous le disions plus haut, les aliénés les plus aptes au patronage familial, ceux qui en retirent le plus de bien-être physique, le plus de satisfaction morale, en

même temps qu'ils sont le plus souvent d'excellents travailleurs, ce sont les idiots et les imbéciles plus ou moins éduqués, les débiles, avec ou sans délire, un grand nombre de délirants persécutés ; nous ajouterons que la vie à l'air libre, telle qu'elle se pratique dans les colonies, vie intermédiaire entre l'isolement de l'asile et la vie tapageuse de la ville, nous semble favorable aux convalescents des maladies mentales, à quantité de névropathes et de détraqués (1).

Nous n'ignorons pas que, dans la situation actuelle surtout, ces idées soulèveront quelques protestations, auxquelles, d'où qu'elles viennent, très respectueusement nous rendons hommage. Mais nous nous reprocherions de ne pas dire notre pensée tout entière. Nous avons fréquenté pendant plus d'un an, les services d'aliénés de Sainte-Anne et de la Salpêtrière à Paris ; nous avons visité les grands asiles du département de la Seine et plusieurs autres en Belgique et à l'étranger. Eh bien ! nous sommes absolument convaincu que la plupart des vieux déments, les malades gâteux, les épileptiques-déments, les paralytiques généraux seraient avantageusement placés dans les asiles, qui disposent d'installations pour les recevoir et d'un personnel pour les soigner ; mais, par contre, une foule de chroniques, d'idiots et d'imbéciles plus ou moins formés devraient sortir des asiles pour être envoyés à la colonie de Gheel ou à la colonie similaire de Lierneux.

Loin de nous la pensée de réclamer *hic et nunc* un échange auquel s'opposent d'énormes difficultés pratiques.

(1) Dans cet ordre d'idées nous ajouterons que l'idéal, à notre sens, est la création d'un asile au centre d'une colonie, ainsi qu'on l'a réalisé ailleurs ; de plus, le traitement des maladies intercurrentes se ferait bien plus avantageusement, à tous égards, dans des pavillons établis en divers points de la colonie. En outre, la création d'écoles pour idiots et imbéciles, qu'après éducation on enverrait au dehors, serait de la plus grande utilité : « un asile dans une colonie », comme le dit si justement le Dr Ley (BULL. DE LA SOC. DE MÉD. MENT. DE BELGIQUE, 1899, n° 95, p. 411) ; nous sommes absolument de son avis, et pas seulement pour les idiots et les imbéciles, mais pour presque tous les malades indistinctement.

Nous nous bornons à exprimer le souhait que les médecins et les directeurs d'asiles veuillent parfois songer, dans le sens que nous formulons, aux véritables intérêts de ceux qui leur sont confiés : le bien-être moral et physique qu'ils procureraient ainsi aux malades compenserait largement les légers sacrifices qu'ils pourraient subir de ce chef.

Certes, nous ne l'ignorons pas, les familles s'opposent parfois au transfert de leur malade à la colonie de Gheel. Les erreurs, les préjugés ne sont point toujours étrangers à ces déterminations. Mais un autre mobile les anime souvent, dit-on : elles ne veulent pas se voir séparées du pauvre malade. Ce sentiment, certes, est des plus respectables, et la création de nombreux asiles est bien faite pour satisfaire ce désir. Il n'est toutefois pas à l'abri de toute critique : si tous les médecins et directeurs d'asiles se représentaient exactement ce qu'est la colonie de Gheel, s'ils savaient comment les aliénés y vivent et y sont entretenus, il leur serait aisé de vaincre ces sentiments, souvent mal compris, des familles qui attachent plus de prix à la satisfaction que leur donnent des visites faciles qu'au bien-être moral de tous les jours, de tous les instants qu'elles pourraient procurer à leur parent malade en le laissant aller à quelques heures de chemin de fer de chez elles. D'ailleurs, on doit ajouter que, trop souvent, ces malheureux, une fois frappés, sont considérés par leurs familles comme une cause de déshonneur : la compassion fait alors très vite place à l'oubli ; nous en sommes chaque jour les témoins.

Eh bien ! depuis 1000 ans passés, reposant leur foi en la naïve légende de Ste Dymphne, leur patronne bien-aimée, les habitants de Gheel recueillent à leur foyer ceux qui trop souvent sont repoussés de celui auquel ils ont droit. Née de la compassion, l'affection surgit et s'accroît ; entretenue par l'exemple, elle donne lieu souvent aux plus nobles dévouements. Non, ce n'est point l'esprit de lucre — car combien faible peut être le gain ! — qui produit les

résultats merveilleux qu'on peut observer ici : la charité, la compassion, la patience, à défaut de science, voilà les dons de nos bons nourriciers.

« Par tous pays on peut coloniser les aliénés », écrivait Moreau (de Tours) au docteur Parigot. Sans doute, et même on pourrait faire mieux qu'à Gheel si l'on s'en tenait simplement aux conditions matérielles de la vie ; mais nous doutons que par tous pays on puisse trouver une population aussi patiente et aussi dévouée. Il faut des siècles pour faire un Gheel ; jamais l'argent ne produira le dévouement issu de la charité et basé sur une pratique héréditaire.

PAUL MASOIN,
Médecin à la colonie de Gheel.

VARIÉTÉS

I

MARTIN VAN MARUM

Si l'on demandait à nos jeunes étudiants en sciences ce qu'ils savent de Van Marum, je crois que ceux qui répondraient quelque chose diraient à peu près ceci : C'est un physicien hollandais qui construisit une machine électrique dont le type a vieilli, et liquéfia le gaz ammoniac sans le vouloir et sans y rien comprendre. — Cette réponse rappellerait un peu celle que fit, dit-on, le récipiendaire pour qui l'œuvre de Newton se résumait dans l'invention du binôme ; mais elle serait plus excusable. C'est à ces éloges équivoques, en effet, que se bornent, en général, les traités de physique qui daignent parler de Van Marum, et même les articles de revue ou les ouvrages spéciaux consacrés à l'histoire de l'électricité ou de la liquéfaction des gaz.

Ces renseignements écourtés sont inexacts ; il est utile de les rectifier et de les compléter. La tâche, d'ailleurs, est aisée : M. J. Bosscha vient de publier, sur son savant compatriote, une excellente notice qu'il nous suffira de résumer (1).

Van Marum vécut de 1750 à 1838. Il appartient à l'une des périodes les plus brillantes de l'histoire scientifique de la Hollande.

Dans le domaine de la physique, l'électricité surtout captivait alors l'attention. Les perfectionnements apportés aux machines électriques, et dont une part revient au docteur Ingenhousz de

(1) *Martinus Van Marum*, discours prononcé le 8 octobre 1887, au premier Congrès des naturalistes et médecins des Pays-Bas, et publié dans les ARCHIVES TEYLER, série II, t. VI, cinquième partie. Harlem, 1899.

Breda, livraient coup sur coup, à l'investigation des savants, des phénomènes nouveaux que le pouvoir magique de la bouteille de Leyde, signalé par Van Musschenbroek, rendait plus grandioses et plus merveilleux. Le zèle que les physiciens mettaient à les étudier rivalisait d'ardeur avec la curiosité du public à les admirer.

L'influence heureuse de cet état des esprits fut considérable, et elle n'est pas éteinte : elle se maintient et se propage dans les nombreuses sociétés scientifiques fondées à cette époque par la libre initiative des citoyens. Il faut citer la *Société hollandaise des sciences*, de Harlem (1752), la *Société batave de philosophie expérimentale*, de Rotterdam (1760), la *Société zélandaise des sciences*, de Flessingue (1769), transportée plus tard à Middelbourg, la *Société provinciale des arts et des sciences*, d'Utrecht (1773), à côté desquelles surgirent momentanément, dans toutes les villes de quelque importance, des associations locales dont les membres s'assemblaient le soir pour des lectures, des expériences de physique ou des démonstrations d'histoire naturelle.

C'est à la même époque qu'un riche négociant de Harlem, Pierre Teyler Van der Hulst, fonda par testament l'Institution qui porte son nom et à laquelle sa maison, sa bibliothèque et ses collections servirent de premières installations.

C'était en 1778. Van Marum avait 28 ans ; il avait inauguré en 1773 la série de ses nombreux écrits par la publication des thèses de deux doctorats, en sciences naturelles et en médecine, et remplissait les fonctions de directeur du cabinet d'histoire naturelle de la Société hollandaise des sciences. Il eut l'honneur de remporter le prix attribué à la première question de concours posée par l'Institution Teyler. Quatre ans plus tard, il prenait la direction du cabinet de physique de cette Institution. « Le sentiment très vif des obligations que cette charge lui imposait, dit M. Bosscha, la claire notion des besoins les plus pressants de la science de cette époque et un remarquable talent d'expérimentation permirent à Van Marum de rendre célèbres, en peu de temps, dans tout le monde civilisé, l'Institution Teyler et son laboratoire de physique. »

Un an à peine s'était écoulé depuis son entrée dans ses nouvelles fonctions, lorsqu'il publia sa *Description d'une très grande machine électrique placée dans le Musée de Teyler, à Haarlem, et des expériences faites par le moyen de cette machine.*

Le but que se proposait Van Marum en construisant cet appareil, était moins d'étonner le vulgaire, par les effets merveilleux

qu'il en attendait, que d'aider puissamment et généreusement aux recherches scientifiques. Les progrès de la science sont liés aux perfectionnements de l'outillage expérimental ; malheureusement ce perfectionnement ne va pas sans entraîner des dépenses souvent hors de proportion avec les ressources dont disposent les savants. Mais l'Institution Teyler est riche : elle fera les frais d'une installation électrique grandiose, qui servira non seulement aux recherches personnelles du directeur de son laboratoire de physique, mais à la solution des questions que d'autres physiciens lui proposeraient et qui ne pourraient être abordées qu'avec ces moyens extraordinaires.

Les dimensions de la machine furent poussées aussi loin que le permit l'état de l'industrie du verre ; elle épuisa ses ressources en fournissant des plateaux de $1^{m},65$ de diamètre. Aucun détail de la construction des frotteurs, des collecteurs, des isolateurs et des conducteurs ne fut laissé au hasard ; tout fut soumis à des expériences préalables nombreuses et minutieuses. Enfin, on adjoignit à la machine une batterie de bouteilles de Leyde, dont le nombre fut porté à 225 et dont la surface de charge mesurait 21 mètres carrés. Les résultats dépassèrent les prévisions.

Dans de bonnes conditions atmosphériques et en attelant quatre hommes à la manivelle de la machine, on en tirait des étincelles de la grosseur d'un tuyau de plume et de $0^{m},60$ de longueur. D'une boule de $4\frac{1}{2}$ pouces de diamètre, on fit jaillir une aigrette de feu longue de 40 centimètres et de largeur égale. Un mince fil de fer, soutenu par des cordons isolants sur une longueur de 200 pieds, émit, chaque fois qu'il fut frappé par l'étincelle de la machine et sur toute sa surface, des rayons de $2\frac{1}{2}$ centimètres de long et dont Van Marum estime le nombre à plus de 100 000. Cent soixante-cinq tours de plateau suffisaient à porter la charge de la batterie au maximum ; la décharge était si violente qu'elle fondait 25 centimètres d'un fil de fer de $\frac{2}{3}$ de millimètre de diamètre.

Il n'est pas douteux que pareils effets étaient moins dus à la taille de la machine qu'aux soins apportés à sa construction. Le cabinet de physique du collège de la Compagnie de Jésus, à Louvain, possède une machine du type Van Marum, dont la construction remonte à une soixantaine d'années. Elle n'a pas les dimensions de celle du Musée Teyler, mais elle en approche : le diamètre du plateau de verre mesure $1^{m},30$; les effets qu'on peut en tirer ne ressemblent pas à ceux que nous venons de décrire.

Van Marum ne fut pas moins habile à utiliser ce puissant appareil qu'à le construire. Il l'employa à refaire, sur une plus grande échelle, les expériences de ses devanciers et à en réaliser de nouvelles.

Nous ne pouvons reproduire ici tous les détails de cette étude systématique des effets physiologiques, physiques et chimiques de l'étincelle. Bornons-nous à en signaler quelques-uns.

Franklin, d'Alibard, Wilke, le P. Beccaria avaient expérimenté l'effet de la décharge électrique sur les aiguilles neutres et aimantées, sans aboutir à des résultats concordants. Van Marum, en collaboration avec Van Swinden, reprend ces expériences et formule ainsi leur conclusion : " Il suit abondamment de toutes ces expériences, que la décharge électrique exerce, pour communiquer ou détruire la force magnétique, la même influence que toutes les autres causes qui donnent à l'acier ou à l'aimant un certain frémissement. On sait que de pareilles causes peuvent donner la force magnétique à l'acier qui en est dépourvu (1), et la faire perdre à celui qui la possède. Il s'ensuit donc que ceux qui ont déduit de ces phénomènes quelque autre influence de la force électrique et qui ont établi, en conséquence de cette influence, quelque analogie entre ces deux forces ont admis un système qu'on ne saurait appuyer sur cette base. „ Nous reviendrons plus loin sur ces expériences pour en signaler une particularité.

Le P. Beccaria avait annoncé, en 1758, la possibilité de réduire les oxydes métalliques par la décharge de la bouteille de Leyde. Cette observation était contestée. Pour la contrôler, Van Marum décharge sa grande batterie à travers divers oxydes métalliques, et sur les éclats des lames de verre entre lesquelles il les avait comprimés, il recueille, en fragments suffisants pour établir leur nature par dissolution, le plomb, l'étain, le zinc et l'antimoine. A cette époque où dominait encore parmi les chimistes le système de Stahl, réduire un oxyde équivalait à le combiner avec le phlogistique. Voilà donc, disait-on, le phlogistique communiqué aux métaux par l'électricité. Celle-ci ne serait-elle pas le phlogistique même? — L'hypothèse était trop éloignée de la vérité pour n'être pas bientôt contredite par l'expérience.

En déchargeant sa batterie à travers des fils fins de divers métaux, Van Marum les volatilisa et les vapeurs qu'il recueillit furent assez abondantes pour permettre d'y constater la présence d'oxydes métalliques. Cette fois, l'électricité avait donc chassé le

(1) En aidant l'action du champ magnétique terrestre.

phlogistique ! Pouvait-on admettre qu'elle se détruisait elle-même ? — Van Marum se tire d'embarras en remarquant que la chaleur produit souvent des effets opposés, selon le degré de température. L'observation est juste, mais elle est ici sans application. L'habile physicien ne pouvait tarder à s'en convaincre.

A la suite d'un voyage à Paris, où il rencontra Lavoisier et assista à ses expériences, la théorie de Stahl céda la place dans son esprit aux vues nouvelles que l'illustre chimiste français avait si solidement basées sur les faits d'observation soumis à des mesures rigoureuses. De retour en Hollande, Van Marum reprit ses recherches sur la calcination et la volatilisation des métaux par la décharge électrique ; elles achevèrent de le convaincre de la justesse des vues de Lavoisier et en firent un des promoteurs les plus ardents et les plus éclairés de la chimie nouvelle. Nous y reviendrons tantôt ; achevons d'abord de parcourir ses expériences relatives à l'électricité.

Il convient d'insister sur celles qui ont rapport à la fusibilité des métaux. Van Marum constate que la résistance à la fusion électrique ne marche pas de pair avec les températures des points de fusion. De tous les métaux soumis à l'expérience, le cuivre rouge se montra le plus résistant aux décharges de la batterie. Il en conclut qu'il faut préférer ce métal à tout autre dans la construction des paratonnerres dont il fit, à cette occasion, une étude approfondie ; en voici les conclusions : il condamne l'usage des chaînes; appelle l'attention sur la nécessité de n'employer que des contacts serrés ou soudés ; préconise le choix des pointes métalliques de préférence aux pointes de graphite qu'on avait recommandées ; enfin il insiste sur l'avantage de multiplier les pointes : une seule peut être inefficace, l'expérience le lui a montré.

En étudiant la décharge à travers les gaz, il observe et décrit très exactement l'apparence particulière de l'étincelle dans l'hydrogène, et signale la diminution de la distance explosive dans le gaz chlorhydrique.

Il dresse la première liste de métaux rangés dans l'ordre de leur conductibilité électrique et invente, à l'occasion de ces recherches, l'ingénieuse méthode des circuits dérivés.

Au cours de ses expériences sur la prétendue aimantation de l'acier par la décharge électrique, dont nous avons rappelé plus haut la conclusion générale, il observe, le premier, un phénomène nettement électromagnétique. Un jour qu'il cherchait à aimanter transversalement une aiguille très large, il appliqua les deux

conducteurs, entre lesquels la charge devait passer, le long des arêtes de l'aiguille, *l'axe de celle-ci étant perpendiculaire au méridien magnétique*. A son grand étonnement, Van Marum reconnut que l'aiguille se trouvait aimantée *dans le sens de sa longueur* et même beaucoup plus fortement que lorsque la charge passait par l'axe de l'aiguille, orienté dans le méridien. " Ce phénomène, dit-il, nous paraît tout à fait nouveau et fort singulier ; nous l'examinerons dans la suite par des expériences ultérieures. „ Malheureusement ce projet resta sans exécution.

Van Marum n'était pas seulement absorbé par les devoirs de sa charge, il était débordé par les questions qui affluaient de toutes parts à l'Institution Teyler : L'électricité contient-elle quelque principe acide ? Précipite-t-elle les métaux de leurs solutions ? Accélère-t-elle l'évaporation des plantes ? Affecte-t-elle les plantes sensitives ? A-t-elle une influence sur le baromètre, etc. ? Parmi ses correspondants, signalons Priestley et Volta, qui plusieurs fois réclament son concours. Van Marum cherche à satisfaire tout le monde sans négliger ses études personnelles.

Ce n'est qu'après dix ans de méditations et de recherches sur la manière dont le *frottement* produit l'électricité, qu'il abandonne ce sujet sans avoir pu trouver la clef du mystère. Il faut citer le passage où il expose les raisons qui l'ont retenu si longtemps. " Comme tout ce que le fluide électrique fait dans l'économie de la Nature, autant que nous le pouvons observer, y est produit par quelque inéquilibre de ce fluide, et comme nous voyons souvent que des inéquilibres fort légers produisent des effets très considérables, ne pourrions-nous pas nous servir peut-être très utilement dans quelques cas du fluide électrique, si nous avions une connaissance plus parfaite de la manière dont l'inéquilibre du fluide électrique est produit et de ce qui y est réellement nécessaire ? Le frottement des corps est jusqu'ici le moyen le plus ordinaire de faire naître l'inéquilibre électrique ; mais si nous savions de quelle manière le frottement produit cet inéquilibre, alors nous en pourrions dériver peut-être d'autres moyens de le produire et obtenir en même temps la faculté de le diriger très avantageusement. Peut-être une seule découverte suffira-t-elle à nous faire parvenir, dans cette partie de la physique, à des connaissances beaucoup plus profondes ; peut-être un seul pas dans cette science nous mettra en état de pouvoir nous en servir pour de très grands avantages. „

Au moment où Van Marum écrivait ces lignes, en 1795, le débat mémorable soulevé entre Galvani et Volta durait depuis quatre ans : il portait au fond sur un nouveau genre " d'inéquilibre électrique „ et préparait l'avènement de l'ère nouvelle entrevue par Van Marum. On devine son empressement à étudier le mystérieux " électromoteur „, qu'il nomme le premier la *pile de Volta*. Il y trouve la réalisation de son rêve : un inéquilibre léger produisant un effet considérable, et il informe l'inventeur que pour charger la grande batterie du Musée Teyler à la même tension que celle de la pile, le contact le plus court possible suffit, en sorte, écrit-il, que le courant mis en mouvement par votre pile a une vitesse qui dépasse notre imagination.

Nous ne pousserons pas plus loin l'analyse de ces travaux relatifs à l'électricité. M. Bosscha n'hésite pas à les mettre sur le même rang que les *Experimental Researches* de Faraday; on ne pourrait les élever plus haut. Si leur auteur n'a pas acquis la même renommée, " ce n'est pas à la moindre importance des résultats qu'il faut l'attribuer, mais surtout au manque d'intérêt qu'il rencontrait en dehors de la Hollande „.

La physique ne bénéficia pas seule de l'activité de Van Marum; il est même vrai de dire que c'est en chimie qu'il exerça surtout son influence.

Converti à la doctrine de Lavoisier, il s'en fit l'apôtre parmi ses compatriotes. Deux ans avant la publication du célèbre *Traité de Chimie élémentaire* du savant français, Van Marum donne, en appendice à ses expériences électriques et sous le titre *Précis de la doctrine de Lavoisier*, le premier ouvrage où le nouveau système est présenté avec une largeur de vue, une clarté d'exposition et une rigueur de raisonnement et d'expérimentation, qui, au témoignage de M. Bosscha, en font un véritable chef-d'œuvre pouvant supporter avantageusement la comparaison avec le *Traité* même du maître.

En même temps, Van Marum emploie les ressources de l'Institution Teyler à construire et à répandre des appareils simples et précis destinés à reproduire les expériences de Lavoisier. Il eut bientôt la satisfaction d'entraîner à sa suite, sur cette route du progrès, Deiman, Paets van Troostwijk, Bondt, Lauwerenberg, l'élite des chimistes hollandais, et de voir deux d'entre eux, Deiman et Paets van Troostwijk, mettre le sceau à la doctrine de Lavoisier par l'expérience capitale où, pour la première fois, l'eau fut directement décomposée par la décharge électrique en

ses deux constituants à l'état libre (1). Ce fut le point de départ d'une série de travaux retentissants que Fourcroy signalait en ces termes à l'Académie des sciences de Paris : " Les ingénieuses recherches des chimistes hollandais sur le gaz oléfiant, sont du petit nombre de celles qui fournissent de nouvelles vues ; elles tiendront, ainsi que celles qu'on leur doit déjà sur la décomposition et la recomposition de l'eau par l'électricité, sur les sulfures alcalins et métalliques, etc., un rang distingué dans la chimie pneumatique, aux progrès de laquelle ils ont attaché la gloire de leurs travaux et de leurs découvertes. „ La part qui revient à Van Marum dans ces éloges est considérable. Il n'a pas seulement contribué indirectement à cette floraison de la chimie hollandaise ; l'ensemble de ses expériences, de ses raisonnements et de ses conclusions sur les effets chimiques de la décharge électrique doit le faire considérer, dit M. Bosscha, " comme l'auteur de la découverte de la décomposition des corps par l'électricité „.

En voilà plus qu'il n'en faut pour asseoir solidement la réputation scientifique du physicien et du chimiste de Harlem. Mais est-il vrai qu'il manqua de perspicacité le jour où le hasard lui mit sous les yeux la liquéfaction du gaz ammoniac ?

Ce fait nouveau se présenta dans les conditions suivantes. Van Marum se proposait peut-être de comparer la compressibilité de l'air atmosphérique à celle du gaz ammoniac, ou, plus vraisemblablement, de vérifier si celui-ci se comporterait, sous des pressions croissantes, comme un gaz qui conserve son état, ou comme une vapeur qui en change. Deux tubes de verre, fermés par le haut, et contenant l'un de l'air, l'autre du gaz ammoniac, furent placés verticalement, l'un à côté de l'autre, les extrémités inférieures ouvertes plongeant dans le mercure d'une cuvette en verre ; on installa l'ensemble sous la cloche d'une machine à compression. Dès que la pompe fut mise en marche, le mercure monta dans les tubes en comprimant les deux gaz, mais inégalement : lorsque le volume primitif de l'air atmosphérique fut réduit à la moitié — en d'autres termes, à la pression de *deux atmosphères* — on constata que le volume du gaz ammoniac avait diminué dans une proportion sensiblement plus forte. Cette

(1) On attribue souvent la découverte de l'électrolyse de l'eau à Nicholson et Carlisle. Ces physiciens ont trouvé que la pile de Volta produisait ici le même effet que la décharge de la bouteille de Leyde.

observation n'était pas banale : elle révélait, pour la première fois, une exception à la loi de Boyle ou de Mariotte en laquelle alors tout le monde avait foi. A *trois atmosphères* tout le gaz ammoniac s'était transformé en liquide, comme l'eût fait une vapeur.

Le hasard, sans doute, servit ici le physicien, en fixant le choix du gaz étudié. Mais de combien de découvertes ne fut-il pas l'auxiliaire ? D'ailleurs, en imaginant cette expérience, Van Marum ne croyait pas impossible le résultat qu'elle lui fournit puisqu'il voulait voir si le gaz ammoniac se condenserait, sous pression, comme les vapeurs d'eau et d'alcool. Il est faux, d'autre part, qu'il n'ait rien compris à l'expérience et qu'il ait méconnu l'importance de la constatation qu'elle lui fournissait. Il la signale, au contraire, comme une preuve nouvelle " que l'état aériforme de *quelques* liquides cesse et qu'ils se transforment en liqueurs, lorsqu'ils sont exposés au degré de pression requis ". Dira-t-on que ces conclusions sont trop timides et que c'est pour ne les avoir pas élargies qu'il manqua de perspicacité ? Ce serait oublier que le véritable esprit scientifique, d'accord avec la logique, répudie les conclusions débordant les prémisses. En généralisant plus qu'il ne l'a fait les conséquences de sa découverte, en y voyant la preuve de la possibilité de liquéfier *tous les gaz* par la pression, Van Marum n'eût pas seulement manqué de rigueur, il eût rencontré l'erreur en attribuant à la pression seule ce qu'elle ne peut produire qu'en s'associant à un abaissement convenable de la température. Cette réserve sage et prudente n'a donc rien de commun avec la méconnaissance maladroite dont on l'accuse ; loin de ternir sa réputation, elle complète son éloge.

J. L. S. J.

II

LE MONDE SOUS-MARIN

Nous empruntons les données de cette courte notice à l'intéressant volume dont M. A. Acloque vient d'enrichir la collection de la *Science pittoresque* (1).

(1) *Le monde sous-marin*, par A. Acloque. Un vol. in-8° de 318 pages ; 236 gravures. Abbeville, Paillart, 1899.

Moins humoristique que d'autres volumes de la même collection, celui qui va nous occuper est peut-être plus scientifique. Non pas qu'il ne soit destiné, comme ses pareils, à un public non spécial, et que l'auteur ne se soit strictement conformé aux règles d'une bonne vulgarisation. Mais la méthode en est plus didactique, et les faits y sont présentés avec cette suite logique qui convient à un enseignement soigneusement préparé.

Le monde sous-marin s'entend du monde vivant, tant végétal qu'animal. Mais la flore marine est bien pauvre; elle ne comprend, en grande majorité, que des Algues, ces végétaux d'une simplicité primitive, sans racines, sans tige, sans feuilles, et composés de cellules soit isolées, soit accolées bout à bout. Parus sous les premiers efforts de la vie naissante aux lointains les plus reculés de l'existence de notre globe, ces types infimes du règne végétal sont parvenus jusqu'à nous à travers toutes les vicissitudes des ères géologiques.

A l'inverse de ce qui se passe à la surface des terres, ce ne sont pas les plantes qui font le charme, la richesse et la variété des paysages sous-marins. Ce rôle est dévolu à des représentants du règne animal. Étranges animaux que ces polypiers aux ramifications compliquées, aux couleurs éclatantes, aux épanouissements qu'on croirait floraux, colonies d'infimes bestioles en nombre illimité, sécrétant le test calcaire qui leur sert à la fois de carapace et d'habitation.

Les Algues. Cependant, parmi les innombrables espèces d'algues marines, il en est quelques-unes qui, soit par leurs formes comme la *Dictyota pavonia* rappelant une queue de paon étalée, soit par leur coloris comme les Floridées et les Corallines, ne sont pas sans contribuer au charme des bosquets et jardins naturels des hauts-fonds sous-marins.

Les Protozoaires. Mais c'est surtout par le monde animal que la vie se manifeste au fond des eaux. Les huit embranchements du règne y sont représentés, à commencer par les *Protozoaires* (1), ces animalcules exclusivement composés d'une cellule unique, réduite à un microscopique globule de protoplasme que n'entoure aucune enveloppe. Et pourtant, au sein d'une organisation si simple et si rudimentaire, on rencontre bien des types différents, bien des degrés de développement. Le degré inférieur est donné par les Amibes, petits granules proto-

(1) Πρῶτος, premier, ζῶον, animal.

plasmiques sans apparence d'organes et se multipliant par scissiparité. Les Radiolaires sont déjà plus élevés en organisation : leur protoplasme s'appuie sur un squelette membraneux ou siliceux. Un peu plus haut se rangent les Foraminifères, entourés d'une coquille par l'ouverture de laquelle émergent les prolongements mobiles de la petite masse protoplasmique, pseudopodes sans régularité ni symétrie. Symétrie et régularité apparaissent dans les cils des Flagellifères, aux formes nettes et définies.

Les Cœlentérés. — L'embranchement des *Zoophytes* (1) ou *Cœlentérés* (2) est sensiblement supérieur, comme organisation, au précédent. Il comprend, dans la faune sous-marine, les Spongiaires, classe assez profondément distincte pour que des zoologistes en aient fait un sous-embranchement, puis les Hydroméduses ou Acalèphes et les Coralliaires.

Des diverses variétés d'Éponges, les unes calcaires, d'autres vitreuses ou siliceuses, celles-ci gommeuses, celles-là fibreuses, nous ne citerons que les Éponges ancrées, ainsi nommées de la forme de leurs spicules. Des spicules fossiles de forme identique abondent dans les formations crétacées, d'où l'on est fondé à conclure que les Éponges qui les produisent aujourd'hui existaient vers la fin des temps secondaires.

A la base de la série des Méduses et des Coraux, que M. Acloque réunit sous la dénomination commune d'Acalèphes, il faut placer les Polypes. Non pas le Polypier du corail qui offre déjà une organisation complexe et relativement élevée, mais le Polype élémentaire, une sorte de poche stomacale avec ouverture buccale entourée de tentacules, comme l'*Hydre* de nos eaux douces qui y vit fixée sur les plantes aquatiques. Sur le Polype primordial se forment des bourgeons, germes d'autres polypes mais qui souvent ne s'en séparent pas et s'adaptent chacun à une fonction différente devant concourir à l'évolution de l'ensemble : préhension et tact, fonctions reproductrices, etc. Généralement des polypes en forme de doigts se groupent autour d'un polype-estomac, et des polypes à éléments générateurs se logent en des points divers de l'ensemble.

Un exemple très curieux de ces colonies de polypes formant un ensemble parfaitement défini et semblant individuel, nous est donné par les Méduses que les naturalistes ont considérées fort longtemps comme des individualités autonomes. Il a fallu toute

(1) Φυτόν, plante. (2) Κοῖλον, cavité, ἔντερον, intestin.

la puissance d'observation et d'analyse à laquelle sont parvenus les savants modernes pour qu'on ait pu se rendre compte de la réalité des choses en ce point.

Le mode de formation des colonies de polypes et leurs aspects varient à l'infini ou du moins dans une grande proportion : aussi a-t-on dû partager la seule classe des Hydroméduses en de nombreux ordres et sous-ordres : Acalèphes proprement dits, Hydroïdes, Siphonosphores, etc.

Nous arrivons ensuite à la classe des Coralliaires, ces polypiers à ramifications calcaires ou cornées qui, s'appuyant sur les hauts-fonds, s'élèvent jusqu'à fleur d'eau où, interceptant au passage les mille fragments solides que leur apportent les mouvements de la vague, ils finissent par former de dangereux récifs.

Moins dangereux à la navigation que les coraux madréporiques du Pacifique, le Corail rouge de la Méditerranée, le plus anciennement connu, est aussi le plus intéressant. Son étude a toute une histoire qui remonte à l'antiquité où il passait pour une plante marine. Ce n'est qu'assez récemment, dans le premier quart du XVIIe siècle, que sa véritable nature fut connue, grâce aux observations de Peyssonnel, médecin-botaniste du roi : ce savant reconnut que les prétendues fleurs du Corail ne sont autres que des polypes pareils à ceux des madrépores, et que l'arbre pierreux sur lequel elles sont implantées est leur propre ouvrage.

Passons les Gorgonies, les Pennatules, les Actinies, les Anémones de mer, autres formes de polypiers, et arrivons à un nouvel embranchement du règne animal, l'embranchement des *Échinodermes* (ἐχῖνος, hérisson ; δέρμα, peau).

Les Échinodermes. M. Acloque partage les *Échinodermes* en cinq classes : Crinoïdes (1), Astéroïdes (2), Astrophytes, Oursins ou Échinides et Holothuries. D'autres naturalistes font rentrer les Astrophytes parmi les Astéroïdes et n'admettent par conséquent que quatre classes. Détail peu important, d'ailleurs,

Les Crinoïdes ont, durant une période de leur existence, l'aspect de véritables plantes, étant portés sur une tige articulée qui se fixe aux objets sous-marins. Ils abondaient dans les mers paléozoïques où, d'après M. Edmond Perrier, ils tapissaient les plaines sous-marines d'une immense variété de formes souvent

(1) Κρίνον, lis ; εἶδος, apparence, forme. (2) Ἀστήρ, étoile.

d'une extrême élégance et composant des prairies animées du plus pittoresque aspect.

Les Comatules et les Encrines (ces dernières à l'état fossile) sont les plus remarquables de la classe par leurs bras flexibles et bien développés leur permettant de grimper le long des corps munis d'aspérités ou rugosités quelconques.

Après les Crinoïdes, les Astéroïdes, composés d'un disque central, organe digestif, entouré de bras au nombre ordinairement de cinq ou d'un multiple de cinq. Telle l'Astérie *(Asteracanthion rubens)*, véritable étoile pentagonale, appelée pour ce fait *Étoile de mer* ; tel encore l'Ophiotrix fragile aux cinq bras barbelés, flexibles et cassants. Le Solaster à aigrettes fait exception : il forme une sorte d'étoile dodécagonale ; ses douze bras sont munis sur leurs bords de piquants aigus.

L'Astrophyte arborescent compte autour de son disque dix bras ; mais ceux-ci se dédoublent aussitôt pour se ramifier presque indéfiniment.

Les Oursins ou Echinides, vulgairement *châtaignes de mer*, ont joué un rôle considérable aux temps géologiques : leurs espèces fossiles sont innombrables. Leur rôle actuel n'est pas non plus sans importance ; on les trouve dans toutes les mers, depuis les pôles jusqu'à l'équateur. Leur corps globuleux, oblong ou en forme de disque, est enveloppé d'un test calcaire formé de plaques angulaires supportant des piquants appelés *radioles*. Quelques espèces en sont comestibles.

Comparables, à certains égards, à des vers, bien qu'en étant assez éloignés puisque ces derniers forment un embranchement spécial, les Holothuries sont connues du vulgaire sous la dénomination de *Cornichons de mer*. Et de fait l'Holothurie tubuleuse rappelle assez, dans son ensemble, l'aspect de cette cucurbitacée. Les Holothuries se composent principalement d'une sorte de sac allongé percé d'une bouche, parfois munie de tentacules à un bout, d'un anus à l'autre, avec des pattes-ventouses sous la face ventrale.

Il en est une au corps très allongé et pouvant se replier en plusieurs nœuds ou boucles, le Balanoglosse qu'on sépare quelquefois des Holothuries pour en former une classe à part, la classe *entéropneuste*. Cet animal marin représenterait la transition de l'embranchement des Échinodermes à celui des Vers.

Les Vers. La forme générale de ces derniers se rattache aux types bien connus du lombric ou ver de terre et de la sangsue ou hirudinée. Les classes, ordres, familles, genres et

espèces sont nombreux parmi les Vers marins. Citons entre autres les Némertiens, vers très allongés, dont certaines espèces atteignent une longueur de plusieurs mètres : les Géphyriens au corps massif, en forme de cylindre ou de poire, se prolongeant souvent à la partie antérieure en une trompe rétractile munie, à son extrémité, de la bouche avec ses tentacules ; les Annélides ou Chétopodes auxquels appartiennent le Lombric et les Hirudinées, mais qui, en mer, sont représentés seulement par la subdivision des Polychètes ; nous citerons, parmi leurs nombreuses espèces, l'Arénie fragile, de grande dimension, qui respire par la peau et qui se brise presque au moindre contact ; le Chétoptère de Valenciennes dont le corps est formé de trois segments composés et fort dissemblables ; la Térébelle dont la tête est ornée d'une sorte de panache composé de branchies ramifiées et de cirrhes ou tentacules. Nommons encore l'Arénicole des pêcheurs, ver de deux à trois décimètres de long et qui, de même que les suivants, est *dorsibranche*, portant sur le dos ses organes respiratoires ou branchies (il sert aux pêcheurs à amorcer leurs lignes) ; les Phyllodoces, les Néréides, ces dernières au corps divisé en deux ou plusieurs segments d'aspect différent et dont la tête est ornée de deux paires d'antennes ; les Hermiones et les Aphrodites fort dissemblables aux précédents, dont le corps court et trapu supporte des écailles constituant une cuirasse dorsale.

Les Hirudinées ou Sangsues sont représentées en mer par les Pontobotelles qui s'attachent aux poissons.

On rattache encore aux Vers les Bryozoaires, petits organismes vivant en colonies ramifiées comme les polypes ; mais ils leur sont supérieurs du fait que tous les individus d'une même colonie sont reliés entre eux par des cordons nerveux. Ils rappellent par leur ensemble la végétation des mousses ; de là, leur nom : βρύον, mousse.

Les Arthropodes. Au-dessus de l'embranchement des Vers se place, comme présentant une organisation plus élevée, celui des *Arthropodes* (1) (olim : *Articulés*) comprenant, entre autres classes, les Insectes, les Arachnides, les Crustacés.

Peu nombreux sont les Insectes et les Arachnides qui se plaisent au voisinage de la mer et peuvent rester assez longtemps sous les flots à marée haute. Les Aptères sont représentés

(1) Ἄρθρον, articulation ; πούς, pied.

par l'Anure maritime, les Mouches par le Clunio marin, les Coléoptères par l'Epus de Robin. A défaut d'Araignées proprement dites, les Acariens au corps non segmenté sont représentés par toute une famille, celle des Halacariens, dont les espèces exclusivement cantonnées sur les bords de la mer se tiennent les unes au fond, les autres sur les algues, le long desquelles elles grimpent. Après les Acariens, viennent les Pantopodes aux longues pattes, qui semblent faire la transition des Arachnides aux Crustacés.

Cette dernière classe est bien connue du grand public. Qui n'a dégusté et apprécié la Crevette, le Homard, la Langouste et, dans les eaux douces, l'Écrevisse ? Qui n'a observé, à marée basse, sur les plages maritimes, les différentes variétés de Crabes, Étrilles, Squilles, etc. ? Mais ce ne sont pas seulement les plages qu'ils habitent : on en trouve partout, en mer, dans toutes les zones, à toutes les profondeurs, jusqu'au fond de ces gouffres sous-marins qu'ont explorés les expéditions scientifiques conduites sur des navires *ad hoc*. Décrire les diverses phases de la vie de ces animaux, tant à l'état larvaire qu'à l'état adulte, relater les caractères spéciaux à chaque espèce et toujours en adaptation parfaite avec le milieu qu'ils habitent, nous entraînerait trop loin. Arrivons aux Mollusques.

Les Mollusques. Singulièrement varié est le groupe des *Mollusques*. Depuis l'Huître comestible *(Ostrea edulis)* et l'Huître perlière *(Meleagrina margaritifera)* jusqu'au Poulpe *(Octopus vulgaris)* et au Calmar commun *(Loligo)*, quelle prodigieuse multitude de types divers ! Les plus riches coquillages sont tous la demeure de quelque Mollusque. Que de brillantes couleurs, que de formes élégantes, que d'aspects divers dans les innombrables sujets de la conchyliologie maritime ! *Pecten* ou coquille de Saint-Jacques aux grosses côtes striées en long et en travers, *Cardium* tuberculeux en forme de cœur, *Vénus* verruquée, *Pinna pectinata* vulgairement appelée Jambonneau, Solénidés dits manches-de-couteau.

Interrompons un instant la série des Mollusques protégés par une large et élégante coquille, pour parler du Taret *(Teredo navalis)*, ce Lamellibranche cosmopolite essentiellement xilophage et auquel ne résistent les pièces de bois d'aucun navire, *calamitas navium* comme l'avait qualifié Linné. Les premiers navigateurs anglais furent souvent arrêtés par les tarets qui mettaient leurs navires hors d'usage. " Plût au ciel, observe à ce sujet notre auteur, que le mollusque perforant eût, pour la

paix du monde, mis un obstacle invincible à l'extension de cette race qui place l'intérêt au-dessus de toute autre considération ! „

Si des Lamellibranches ci-dessus énumérés, nous passons aux Gastéropodes, nous signalerons, pour leurs coquilles élégantes : l'Hallotide tuberculée aux côtes rugueuses, irisée des plus belles couleurs ; le *Turbo* rugueux, dont la coquille *turbinée* ou en hélice rappelle, en des conditions plus élégantes, le modeste escargot de nos jardins ; la *Cypræa lurida* de forme ellipsoïdale aux deux bords rapprochés et plissés ; le curieux *Aporrhaïs pelicanipes* dont le bord externe s'allonge en quatre pointes fortement saillantes ; la grande *Volute* armée dont la forme générale rappelle celle d'une mitre ; le *Buccin* de Humphrey à l'hélice régulière et élégante ; le Murex à la coquille hérissée de piquants, de pointes disposées dans tous les sens, la *Ranelle* géante, énorme coquille hélicoïdale ; la *Pourpre* couleur de sang, dont le mollusque sécrète un mucus coloré : c'est de celui-ci que les anciens se servaient pour fabriquer la célèbre teinte dont il porte le nom.

Il eût fallu, pour être complet, décrire, en même temps que chaque coquille, le mollusque auquel elle sert de demeure et énumérer bien d'autres espèces encore. Le temps et l'espace nous manquant, disons quelques mots des plus célèbres représentants de la classe des Céphalopodes, la Seiche, le Calmar et le terrible Poulpe... terrible au moins sous le nom de Pieuvre, d'après les récits de Victor Hugo, romancier et poète.

Seiches et Calmars sont décapodes. Ils ont, autour de la tête, dix pieds ou bras garnis de ventouses ou suçoirs, dont huit sont sessiles et les deux derniers, portés par de longs pédoncules et retombant jusqu'au bas du corps de l'animal, sont munis de suçoirs à leur extrémité. Ces animaux portent un os intérieur de matière calcaire, ovale, aplati chez les Seiches, en forme de fer de lance chez les Calmars. Les uns et les autres sécrètent un liquide brun noirâtre dont on tire parti en peinture sous le nom de sépia.

Le Poulpe est octopode, il n'a que huit bras, mais quels bras ! Composés comme le corps de la bête d'une substance semi-mucilagineuse, ils se plient et se contournent comme de vrais serpents ; armés tout du long de puissantes ventouses, ils s'attachent invinciblement au corps de l'animal sur lequel le Poulpe s'est jeté et que de son bec corné il dévore vif, sans que la victime ait aucun moyen de s'échapper. Inutile de parler davantage du Poulpe dont le R. P. Hahn a donné, en deux pages

(321 et 322) de la REVUE de juillet 1899 *(Bulletin de Physiologie)*, une intéressante explication concernant la faculté qu'a ce Mollusque, comme les autres céphalopodes du reste, de changer de couleur.

Les Tuniciers. Il est un petit embranchement du règne animal, peu nombreux en espèces et qui paraît former la transition entre les non-vertébrés et les Vertébrés. C'est celui des *Tuniciers*, dont le corps, en forme de sac ou de tonneau, a, comme celui des Mollusques, deux orifices servant l'un à l'entrée, l'autre à la sortie de l'eau servant à la respiration. Les Tuniciers se rapprochent, d'autre part, des Poissons par la constitution de leurs larves. A l'état larvaire, en effet, les Tuniciers sont munis d'une corde dorsale ou notocorde qui disparaît d'ordinaire avec la métamorphose, mais qui n'en est pas moins un rudiment de colonne vertébrale. Il y a même un genre, *Amphioxus*, qui possède d'une manière permanente une corde dorsale à peine cartilagineuse, laquelle constitue tout le squelette. Les naturalistes considèrent même l'Amphioxus comme un poisson très inférieur. En tout cas, il représente bien la transition des Mollusques aux Poissons; et puisque le caractère du type Tunicier est de représenter cette transition, ne semble-t-il pas licite d'en faire un Tunicier ?

Les Vertébrés. Nous arrivons au grand embranchement des *Vertébrés*. Dans le monde véritablement sous-marin on trouve d'abord l'immense classe des Poissons, puis un ordre ou sous-classe des Reptiles : les Tortues, et enfin des Mammifères en nombre relativement assez grand. M. Acloque y ajoute la classe des Oiseaux, laquelle compte sans doute beaucoup d'espèces vivant au bord de la mer et pêchant leur nourriture au sein des eaux, mais qu'il est difficile toutefois de comprendre parmi les animaux qui vivent sous l'eau et constituent le monde *sous*-marin.

Les Poissons. Chacun, même parmi les enfants, même parmi les plus illettrés, sait ce que c'est qu'un Poisson, et il n'est pas de cuisinière ou de gourmet qui n'en sache distinguer entre elles les espèces comestibles. Au point de vue scientifique la classification, même abstraction faite des Poissons exclusivement d'eau douce, ne laisse pas d'être assez compliquée.

Rappelons-en sommairement les traits essentiels :

Les Ganoïdes (1) dont le plus connu est l'Esturgeon commun

(1) *Ganoïdes*, de γάνος, éclat; à cause de plaques osseuses brillantes qui les recouvrent comme des écailles.

(Acipenser sturio), ont un squelette cartilagineux et paraissent jouir d'une assez grande longévité. Les Chondroptérygiens (χόνδρος, cartilage, et πτέρυξ, nageoire) ou Plagiostomes (πλάγιος, transversal, et de στόμα, bouche), poissons à peau sans écaille, à squelette cartilagineux, à queue hétérocerque (ἕτερος, autre ; κέρκος, queue) c'est-à-dire à deux lobes inégaux, comprennent les Raies, les Torpilles et les Requins avec tous les types intermédiaires. Les Téléostéens (τέλειος, parfait ; ὀστεόν, os) ont un squelette non plus cartilagineux, mais osseux ; leur forme est celle qui est la plus familière. Nous citerons, entre autres, le Surmulet ou Rouget, la Daurade, le Maquereau, le Thon, la Baudroie, la Morue, l'Équille, la Barbue, l'Éperlan, l'Exocet volant, le Turbot, la Sole, la Limande, le Hareng, l'Alose, la Sardine, l'Anchois, le Congre ou Anguille de mer et l'Anguille proprement dite qui, adulte, vit dans l'eau douce, mais qui ne se reproduit qu'en mer où elle passe la première phase de sa vie sous la forme de leptocéphale (λεπτος, maigre, frêle; κέφαλη, tête).

Citons, pour en finir avec les Poissons, la Lamproie marine, de l'ordre des Cyclostomes, c'est-à-dire qui ont la bouche circulaire (κύκλος, στόμα), appelés encore Suceurs. Ce poisson sans nageoires et ressemblant un peu à une anguille, est au bas de l'échelle de sa classe ; il ne s'élève pas beaucoup au-dessus de l'Amphioxus, cet animal moitié mollusque, moitié poisson et qui marque, avons-nous dit, la transition de l'embranchement des Tuniciers à celui des Vertébrés.

Les Reptiles. La classe des Reptiles n'est guère représentée en mer que par un seul ordre, les Chéloniens ou Tortues. Car les fameux Serpents de mer n'ont jamais existé que dans l'imagination de romanciers ou de journalistes facétieux.

Il est cependant un autre ordre de Reptiles qui, bien que vivant habituellement dans les fleuves, ne craignent pas de s'aventurer parfois dans la mer. Nous voulons parler des Crocodiliens. Il semblerait qu'à ce titre notre auteur eût eu au moins autant de motifs de les mentionner que de consacrer un chapitre aux Oiseaux, dont nous parlerons plus loin.

Quoi qu'il en soit, les Tortues de mer sont les seuls Reptiles dont il soit fait mention ; encore ne nous offre-t-on que deux genres de ces Chéloniens à pattes aplaties en forme de nageoires, représentés chacun par une espèce : la Tortue franche, *Chélonée*, à la carapace écailleuse, la Tortue-luth du genre *sphargis*, pouvant atteindre jusqu'à deux mètres et plus de longueur; ici la

carapace n'est pas formée d'écailles, mais bien d'un épiderme durci et coriace.

Les Mammifères. Parler de Mammifères à propos des animaux qui vivent dans la mer, peut étonner au premier abord les personnes peu familiarisées avec la classification zoologique. Puis, en y réfléchissant, on se rappelle les Phoques, les Otaries, les Morses, ces animaux couverts de poils, aux membres terminés par cinq doigts onguiculés faisant office de nageoires, et constituant le groupe des Pinnipédes (*Pinna*, racine de *pinnula*, nageoire). Construits pour vivre dans l'eau où ils puisent de nuit leur nourriture, ils séjournent volontiers pendant le jour sur la grève pour s'y ébattre au soleil et y dormir. Mais la conformation de leurs organes respiratoires et reproducteurs les range indiscutablement parmi les Mammifères.

Ce qui peut surprendre davantage, c'est de voir rangés dans cette classe toute une série d'animaux pisciformes et qui, à ne juger que par leur aspect extérieur, se prendraient aisément pour des Poissons : nous voulons parler du groupe des Cétacés comprenant le Narval, le Dauphin, le Marsouin, le Cachalot, la Baleine et son voisin le Rorqual. Ces animaux, de même que les Pinnipèdes, respirent par des poumons et sont obligés d'élever de temps à autre la tête hors de l'eau pour aspirer une provision d'air : ils se reproduisent aussi, comme tous les Mammifères, par voie d'accouplement. Tous les Cétacés énumérés ci-dessus sont carnivores et vivent de toute espèce d'animaux marins. On leur adjoint quelquefois le groupe des Sirénidés ou Sirènes, vulgairement *vaches de mer*, groupe exclusivement herbivore et comprenant les Lamantins de l'Atlantique et du Pacifique, et le Dugong, de l'Océan indien. Ce serait ce dernier, fort laid et d'aspect plutôt repoussant qu'alléchant, qui aurait donné lieu, grâce à la poétique imagination des Anciens, à la fable des séduisantes sirènes, superbes femmes par la moitié supérieure du corps et hideux poissons par la moitié inférieure :

. . . . Turpiter atrum
Desinit in piscem mulier formosa superne.

Les Oiseaux. Les espèces sont nombreuses des Oiseaux qui vivent sur mer ou au bord de la mer, et puisent exclusivement leur nourriture au sein de l'eau salée. Nommons d'abord les Eiders ou Canards marins, au bec allongé, aux doigts largement palmés, aux courtes ailes, à l'épaisse toison de duvet. Les Sternes, ou *Hirondelles de mer*, sont des oiseaux de petite taille

qui tirent leur nom vulgaire de leurs ailes longues et pointues, de leur queue fourchue, de leurs pieds courts qui donnent à ces palmipèdes un vol et un port analogues au genre de Passereau auquel appartiennent les véritables Hirondelles. La famille des Laridés comprend entre autres les Goëlands, sorte de grandes Mouettes dites Mouettes pêcheuses, et les Mouettes proprement dites, ne dépassant pas la dimension ordinaire du Canard ; on en compte d'assez nombreuses espèces. Le genre Albatros comprend les plus grands oiseaux marins et les plus massifs : longs de $1^{m},30$, ils offrent, les ailes étendues, jusqu'à $3^{m},50$ d'envergure. Leur habitat ordinaire est l'hémisphère austral. Voisins des Albatros sont les Pétrels, de dimensions un peu moindres, au bec plus court, se plaisant dans la tempête, habitués de la haute mer et compagnons du marin.

La Frégate est ainsi nommée à cause de la puissance et de la rapidité de son vol, comparables à celles du navire désigné de même. C'est un des plus redoutables oiseaux de proie. Le Pélican, remarquable par l'énorme poche dilatable placée à la partie inférieure du bec et dans laquelle il emmagasine les poissons qu'il happe à la pêche, n'est point le modèle du dévouement paternel que lui prête la légende : non seulement il ne se perce pas le flanc et ne nourrit pas ses petits de son sang, mais il ne les défend même pas quand on cherche à les lui prendre. Les Cormorans, appelés quelquefois *Corbeaux de mer*, nom qui s'applique aussi aux Oiseaux de la famille des Laridés (*Larus*, Goëland), est un Pélécanidé, c'est-à-dire qu'il est voisin du précédent ; c'est le plus ichthyophage des Palmipèdes.

Comme son nom l'indique, le Plongeon est un Oiseau plongeur : il n'est pas moins excellent nageur et force à la course les poissons dont il veut faire sa proie. Ses ailes peu développées le servent mal pour le vol, et ses pattes, reculées tout à l'arrière du corps, lui rendent la marche pénible. Sa place est sur l'eau, c'est là et là seulement qu'il possède tous ses moyens ; son habitat est dans les régions arctiques. Les Pingouins, dont une espèce, le Grand-Pingouin, paraît éteinte, par suite de la destruction sauvage dont il a été l'objet de la part de l'homme, sont des oiseaux non moins mauvais marcheurs que les Plongeons et, comme eux, ne sont dans leur élément que sur l'eau des mers glaciales ; leurs ailes rudimentaires ne peuvent leur servir au vol.

Terminons cette incomplète encore que longue énumération par le Manchot, assez voisin du Pingouin, mais chez qui le plumage est remplacé par un duvet serré qui ressemble à du poil et les

ailes par des sortes de moignons aplatis dont il se sert comme de nageoires : aussi nage-t-il et plonge-t-il avec une extrême rapidité.

A l'issue de cette analyse d'un livre bien fait et intéressant, qu'il nous soit permis d'émettre certaine réflexion.

Nous avons remarqué, en passant, la transition se faire de l'embranchement des Échinodermes à celui des Vers, par les Holothuries et le Balanoglosse. A un degré plus élevé de l'échelle zoologique, l'embranchement des Tuniciers tient encore des Mollusques et se rapproche des Vertébrés : et l'Amphioxus, Poisson imparfait sinon encore Tunicier, forme le trait d'union entre les Tuniciers et la classe inférieure des Vertébrés, les Poissons.

Ne perdons pas de vue que nous n'avons envisagé ici que les animaux marins d'espèces vivantes. S'il s'agissait d'un tableau de zoologie générale, et surtout si les espèces fossiles y étaient comprises, bien d'autres traits d'union, bien d'autres éléments de transition y pourraient être relevés, d'espèce à espèce, de genre à genre, de famille à famille, etc. C'est là le principal et le plus solide argument des transformistes ; et si l'on tient compte, en outre, de l'ordre successif suivant lequel se sont développées la faune et la flore dans la longue série des âges géologiques, on ne peut nier que cet argument n'ait une valeur sérieuse et dont il y a lieu de tenir compte.

M. Acloque n'a pas envisagé ce point de vue que, d'ailleurs, son plan ne comportait pas. Il ne nous est pas interdit toutefois de nous y arrêter en passant.

Or cet argument des transformistes, pour être sérieux, ne nous paraît pas concluant. Sans parler des lacunes considérables existant encore dans le tableau de l'enchaînement général des êtres organisés ; sans insister sur cet autre fait, non moins important, de l'apparition d'espèces animales de tous les embranchements dès la formation des terrains cambriens qui succèdent immédiatement aux terrains *azoïques*, nous nous bornerons à poser la question suivante :

Comment s'est produit cet enchaînement des êtres, tendant toujours, au moins dans les grandes lignes, des plus imparfaits aux moins imparfaits ?

Les transformistes répondent sans hésitation que c'est par voie génétique ou de filiation et sous l'action de différentes influences au sujet desquelles, au surplus, ils sont loin d'être d'accord entre eux. Mais ce n'est là qu'une hypothèse dont rien

ne prouve la réalité. Il y a, dans l'acception générale du terme *évolution*, une idée incontestablement vraie : c'est-à-dire que le monde organique s'est développé graduellement en suivant une marche ascendante ; voilà le fait. Que cette évolution se soit produite par voie de transformations congénitales successives, c'est assurément possible, mais la preuve n'en est point faite : c'est une hypothèse, une possibilité, rien de plus. La loi de continuité, déjà formulée par Linné dans la maxime célèbre : *Natura non facit saltus*, cette loi n'est pas contestable. Comment le Créateur a-t-il procédé pour lui faire produire ses effets ? C'est ce que nous ignorons et probablement ignorerons longtemps encore, si tant est que nous le sachions jamais.

C. DE KIRWAN.

III

DE LA JUSTICE EN MATIÈRE D'IMPÔT

Les réflexions qui vont suivre nous ont été suggérées à l'occasion d'une fort belle étude récemment publiée dans cette REVUE.

M. G. Vanden Bossche a donné dans les trois derniers numéros (juillet 1899 à janvier 1900) une suite d'articles très intéressants sur l'impôt des successions. Il y a réuni un grand nombre de renseignements épars jusqu'ici de divers côtés. Il a fait par là une œuvre éminemment utile pour le législateur qui a ainsi sous les yeux tout l'ensemble des législations successives en Belgique, en France et en Angleterre, et peut choisir facilement dans chacune les décisions les plus sages et les mieux sanctionnées par l'expérience.

Nous avons lu ces articles avec beaucoup de plaisir et d'intérêt. Nous ne voudrions paraître en rien les déprécier ou en atténuer la valeur. Cependant, dans le dernier article nous avons rencontré quelques assertions qu'il nous a paru indispensable de relever. Ces assertions n'étaient nullement nécessaires à ce travail d'exposition. Quel que soit le but que l'auteur s'est proposé en leur donnant place, elles nous paraissent constituer une atteinte à des principes essentiels de la philosophie morale.

Si M. Vanden Bossche eût été seul à formuler de telles vues, nous n'aurions pas pensé à réclamer contre des idées émises en

passant. Mais ces idées se rattachent à un mouvement qui prend tous les jours plus d'importance. Une école déjà nombreuse parmi les catholiques, cherche à gagner le peuple à tout prix. Des auteurs graves, des prêtres même s'en mêlent. Gagner le peuple est sans doute chose excellente. Indépendamment d'une influence à venir, nous y trouvons l'accomplissement d'un de nos principaux devoirs de chrétien, la sollicitude affectueuse envers les petits et les faibles. Mais prend-on assez garde qu'il ne faut jamais faire de concessions de principes ? Elles se retournent tôt ou tard contre ceux qui les font. Nous croyons que cette école sacrifie de gaieté de cœur certains principes. En agissant ainsi, elle n'arrachera pas, comme elle le croit, le peuple au socialisme ; au contraire, elle ouvrira la porte toute grande au socialisme intégral.

Qu'on nous permette de rappeler ici les principes traditionnels de justice en matière d'impôt. Puisqu'une des opinions s'est trouvée formulée dans la Revue, nous espérons qu'elle ne se refusera pas à l'énoncé de l'opinion contraire.

Relevons d'abord une méprise de certains auteurs. Ils constatent un préjugé qui existe réellement et suivant lequel on se croit moins étroitement tenu aux préceptes de charité qu'aux préceptes de justice. Pour le combattre ils mettent dans la justice tout ce qu'ils jugent obligatoire. C'est là une erreur. Il fallait combattre directement le préjugé et non méconnaître la véritable nature des choses. En droit, la charité n'est pas moins obligatoire que la justice. Je ne suis pas obligé, il est vrai, de secourir Pierre, plutôt que Paul ou tout autre. Mais je suis obligé de secourir, selon mes possibilités, ceux qui sont dans le besoin. On appelle ce devoir de charité " devoir imparfait ", parce que son objet n'est pas légalement déterminé. Il n'en est pas moins un devoir très strict. Si bien que c'est surtout d'après l'accomplissement de ce devoir que Dieu nous jugera, ainsi que l'a déclaré Jésus-Christ lui-même.

Mais si l'obligation est égale, autre chose est la charité, autre chose est la justice. Il y a danger à les confondre, parce que les conséquences sont tout autres.

La charité donne à qui a besoin, la justice donne à qui est dû. La charité tient compte des possibilités et des besoins ; la justice n'a aucun compte à tenir ; ce qui est dû est dû et doit être fourni, quoi qu'il arrive.

Ce que vous faites par devoir de charité, vous en fixez vous-

même la règle et les limites, sans en devoir compte qu'à votre conscience ; ce que vous faites par devoir de justice vous est imposé tel quel ; vous n'en êtes pas maître.

Quel est donc le caractère propre de la règle de justice ? C'est, nous dit l'école, après Aristote, l'égalité : *Forma justitiæ est æqualitas*, c'est la vieille formule scolastique. Quand on viole l'égalité, on viole la justice ; toute décision prise par une autre considération que celle de l'égalité ne relève plus de la justice.

Mais il y a deux espèces d'égalité, et, par suite, deux espèces de justice.

Il y a l'égalité entre les choses. C'est l'égalité arithmétique ou l'équivalence. Elle est la règle des échanges, et se réfère à la justice commutative. Paul m'a vendu un champ, je lui dois la valeur de ce champ d'après l'estimation des gens compétents. Paul ne peut exiger cent francs de plus ; je ne puis lui payer cent francs de moins pour être libéré. La justice est ici dans la correspondance exacte des valeurs échangées.

Entre les hommes il n'en est plus de même. L'égalité d'équivalence est impossible. Sans doute les hommes sont égaux en nature, égaux par conséquent devant la mort, devant la possibilité des souffrances, devant la destination première au salut éternel. Mais en toute autre chose ils sont inégaux. Le fort n'est point l'égal du faible, l'intelligent n'est point l'égal de l'ignorant, l'habile n'est point l'égal du naïf, le riche n'est point l'égal du pauvre. Qui pourrait songer à leur imposer à tous le même traitement ?

La justice distributive, celle qui répartit les avantages et les charges de la communauté, ne peut donc se régler sur l'égalité d'équivalence. Elle se règle sur l'égalité proportionnelle. Elle traite chacun en raison de l'importance de son rôle dans la vie sociale, en raison de ce qu'il mérite, de ce qu'il peut, des services qu'il rend.

Ces notions sont vulgaires dans l'École ; mais il est nécessaire de les redire pour en faire comprendre les applications.

L'impôt est essentiellement matière de justice distributive; on doit, par conséquent, lui appliquer la règle de l'égalité proportionnelle.

C'est bien ainsi que tous les théologiens l'ont entendu, à l'exception de quelques auteurs très récents. L'impôt, pour être juste, doit être proportionnel (1). Pour ne pas rester dans le

(1) Nous avons réuni un certain nombre de ces textes dans notre brochure : *L'Impôt et les Théologiens*. Paris, Bloud et Barral, 1899.

vague, les docteurs précisent : c'est la proportion géométrique qui doit être appliquée. Cette proportion donne, en effet, l'égalité de rapport. Comme le remarque très pertinemment le Prince de l'École, quatre est à six comme deux est à trois, parce que chaque premier terme est les deux-tiers du second. De même, si celui qui a cent francs est imposé à dix francs, celui qui a mille francs devra être imposé à cent francs, parce que dans les deux cas l'impôt garde le même rapport avec la fortune. L'impôt sera justement réparti, s'il garde pour tous le même rapport. Il sera injustement réparti, s'il s'en écarte. Or, personne n'a le droit de faire une répartition injuste. Sans doute, il ne faut pas exiger une proportion rigoureuse, l'imperfection des lois humaines ne le permet pas. Mais la loi doit tendre à la proportionnalité et s'en écarter le moins possible.

L'impôt progressif est donc injuste en soi, par cela même qu'il sort volontairement de la proportionnalité. Aussi avons-nous peine à comprendre comment un prêtre, d'ailleurs très instruit et très habile, a pu écrire qu'il n'est contraire à aucun principe. Il est le renversement des principes fondamentaux de la justice.

Que quelques gouvernements aient cru pouvoir, en certains cas, établir une progression, c'est leur affaire. On sait assez que les gouvernements ne sont pas toujours inspirés par des considérations de justice. Le consentement, plus ou moins libre, de ceux qu'atteint la progression, peut la justifier dans une certaine mesure. Nous ne nous occupons ici que des principes. Or, en principe, l'impôt progressif, parce qu'il est progressif, est injuste. Celui qui l'établit agit contre la justice.

Nous ne faisons que reproduire ici les principes traditionnels de la théologie morale catholique. Ils n'ont, comme on le voit, aucun rapport à la question de l'origine du pouvoir. Ils ont été consignés, il est vrai, dans la déclaration des droits de l'homme qui fut la préface de la révolution, mais ils ne sont point issus de la révolution. Que le pouvoir civil soit fondé sur un contrat social, comme le prétendait J.-J. Rousseau, ou qu'il s'appuie sur l'autorité divine, comme l'enseigne l'Église catholique, la règle de justice distributive est la même. Elle s'impose à tout supérieur, à tout pouvoir, quel qu'il soit, et de quelque manière qu'il ait été constitué.

On fait cependant des objections.

L'impôt, dit-on, oblige à un sacrifice ; or, ce sacrifice est bien plus dur pour le pauvre que pour le riche. Il n'y a donc point l'égalité voulue. La vraie égalité serait qu'on exigeât de tous un sacrifice équivalent. C'est à quoi tend la progression.

Nous avons vu que les anciens docteurs ne cherchaient point l'équivalence en matière de justice distributive. Tout au contraire, puisqu'ils voulaient que l'on tînt compte de la position sociale de chacun. D'ailleurs, comment assurer cette équivalence tant réclamée ?

L'importance du sacrifice tient à mille circonstances dont la fortune n'est pas toujours la principale. Tel a peu de ressources, mais peu de charges et portera facilement un impôt assez lourd : tel autre a beaucoup de fortune, mais une foule d'obligations. Tel est pauvre, mais a de l'ordre et trouve toujours la somme nécessaire disponible ; tel autre est riche, mais gère sa fortune si étourdiment, qu'à chaque instant il ne sait de quel bois faire flèche. Nous en avons vu s'endetter avec cent mille livres de rente. Par contre, nous avons connu un homme charitable, qui, avec neuf cents francs de revenu, trouvait moyen d'abriter et de nourrir deux ou trois vieillards. La quantité de sacrifice, l'étendue de la privation, est chose tout intime et toute relative. Toute commune mesure manque.

Aussi en verrions-nous de belles, si ce principe de l'égalité des sacrifices arrivait à prévaloir dans la législation. Chacun aurait sa manière d'apprécier cette égalité. Chaque ministère, et en France nous avons le bonheur d'en changer tous les six mois, aurait son opinion, tout aussi bien fondée que celle de ses prédécesseurs. Chaque député aurait ses raisons de juger que sur tel ou tel point l'égalité des sacrifices n'est pas complète. Ce seraient des remaniements perpétuels, ou des menaces de remaniements. Personne ne pourrait se reposer sur un taux définitivement accepté. Personne ne pourrait se dire : " J'ai tant de revenus, tant d'impôts à payer, je puis dépenser telle somme chaque année. " Adieu la prévoyance, adieu les calculs prudents, adieu les opérations à long terme, adieu tout ce qui porte au développement de la richesse nationale !

Nous touchons ici à un autre défaut de l'impôt progressif, c'est qu'il nous jette en plein arbitraire. Il n'y a aucune raison claire et précise d'établir une progression plutôt qu'une autre. Quelle base donnerez-vous à la progression ? Sera-ce le nombre *deux* ou le nombre *trois*, un nombre entier ou un nombre fractionnaire ? Ceci est tout à fait à l'estime. Il est probable que l'on formera une progression à l'idée, parce qu'une progression régulière monterait trop vite. Alors nous aurons l'arbitraire à tous les degrés de l'échelle. Enfin, il faudra s'arrêter quelque part ; autrement, à un certain degré l'impôt dépasserait la fortune du contribuable. Encore et toujours de l'arbitraire.

S'il était un progrès incontestable dans l'organisation des sociétés modernes, c'était d'avoir exclu, autant que possible, l'arbitraire de toutes les lois. Voici un impôt qui lui rouvre la porte toute grande et précisément du côté où l'arbitraire est le plus dur à supporter.

Dans tout impôt il y a, sans doute, un certain arbitraire. C'est la fixation même du chiffre de l'impôt. Dans l'impôt progressif, il y a en outre l'arbitraire de la répartition, qui est tout autrement grave. D'ailleurs, le chiffre de l'impôt n'est arbitraire que dans une certaine limite; il doit être fixé d'après les besoins réels et légitimes de l'État. Quand le pouvoir lève un impôt qui n'est pas vraiment nécessaire, il commet une injustice, il prend ce à quoi il n'a pas droit. Aussi nos pères avaient-ils établi que tout impôt doit être consenti par ceux qui le paient. Les intéressés pouvaient ainsi le contrôler et se rendre compte de sa nécessité. Aujourd'hui on vote encore l'impôt; mais il est arrivé, par le développement naturel des institutions, que le pouvoir qui vote l'impôt est devenu peu à peu le pouvoir qui dirige toute la politique intérieure et extérieure. L'impôt se trouve donc perçu, en fait, par ceux-là mêmes qui le dépensent. Aussi s'augmente-t-il sans cesse. Nous sommes revenus, par un cercle qu'on n'avait pas prévu, aux abus de l'ancien régime.

Autre objection. On dit que l'impôt progressif doit être admis à titre de compensation. L'impôt indirect, allègue-t-on, est inversement progressif. Il pèse plus sur le pauvre que sur le riche. Il semble donc équitable de compenser cet abus par un impôt direct modérément progressif. Il ne fait que rétablir la juste égalité.

Nous croyons que cette allégation n'a pas de fondement sérieux. Qui a jamais calculé d'une manière précise le budget du pauvre, le budget du riche et la part de l'impôt indirect dans chacun? Ce qu'on en dit repose sur des appréciations vagues. Faudrait-il donc recourir à une injustice très claire et très positive pour compenser une injustice imaginaire?

Si l'injustice apparaît quelque part plus spécieuse, c'est sans doute dans les droits d'octroi. Ces droits sont très fâcheux; ils entravent le commerce. Ils imposent des objets de première nécessité, ce que l'on devrait toujours éviter. Aussi cherche-t-on partout à les supprimer. Mais actuellement chargent-ils réellement le pauvre plus que le riche? Nous voulons bien que le pauvre, pris individuellement, boive plus de vin que le riche; Mais, hélas! sa famille ne boit le plus souvent que de l'eau

claire! Le riche paie non seulement pour lui, mais pour sa famille, pour ses gens, pour ses amis. Il paie donc en définitive plus de droits, et d'autant plus qu'il a plus de serviteurs, plus de réceptions, plus de fêtes.

Il en est de même de toutes les consommations.

Si des droits d'octroi nous passons aux droits de douane, que d'objets nous rencontrons qui sont à l'usage du riche seul! Dans ses ameublements, dans ses voitures, dans ses vêtements, dans les parures de sa famille, dans les livrées de ses gens, il est bien peu d'objets dont plusieurs éléments n'aient passé par les douanes et n'aient acquitté des droits. Supputez, si vous le pouvez, toutes ces dépenses et la part dont chacune est majorée par l'impôt. Nous ne serions pas étonné que le quart du budget du riche soit employé à satisfaire les exigences du fisc.

Les monopoles sont moins des impôts que la rémunération de services rendus. L'État s'est fait marchand, il agit en marchand. On lui paie ce que l'on dépense.

Nous ne connaissons qu'une véritable injustice. Elle est monstrueuse, il est vrai; ce sont les droits fixes d'enregistrement. Pour les petites successions, pour les procès de faible importance, ils sont réellement exorbitants. C'est une injustice que l'on réformera quand on le voudra, quand nos Gouvernements auront plus de souci de ménager le pauvre que de remplir le Trésor.

Où est donc cette grande injustice, que l'impôt progressif pourrait seul réparer? Nous ne voyons que des assertions en l'air, des estimations fantaisistes, des illusions fondées sur quelques données restreintes. On juge surtout par la dépense faite chez le marchand de vins.

Nous ne trouvons donc aucune raison valable en faveur de l'impôt progressif. Nous voyons, au contraire, que de soi il est injuste et arbitraire. Il est, en outre, très dangereux. Par ce temps de passions, de basses jalousies, de luttes de classes, d'illusions socialistes, dans un temps où le suffrage universel tend partout à prévaloir, avec son inexpérience, ses vues courtes, son ignorance absolue des intérêts généraux, l'impôt progressif est un merveilleux instrument pour écraser une classe que l'on déteste; c'est une vis à pression qu'on peut serrer légalement jusqu'à la confiscation absolue. Nous ne l'admettons que modéré, dirat-on; mais qui garantira sa modération? Les catholiques belges, plus heureux ou plus habiles que nous, sont aujourd'hui maîtres en Belgique; il n'y aura pas d'excès tant qu'ils seront là; mais qui

peut assurer l'avenir ? Si une circonstance particulière rendait impossible, dans un cas donné, de se refuser à quelque progression, la meilleure garantie contre les abus ne serait-elle pas encore de repousser le principe?

Non, l'impôt n'est pas et ne doit pas être dans la société un grand facteur de justice. C'est une proposition inacceptable. Nous la repoussons comme philosophe, parce que l'État n'a point à intervenir dans les situations particulières. Il prend les hommes tels qu'ils sont, avec les situations diverses que leur a assignées la Providence. Sa fonction propre est d'assurer à tous le bien commun, c'est-à-dire, suivant l'excellente définition du R. P. Cathrein, le bien dont tous participent, le bien qui permet à chacun de développer librement ses facultés.

Nous la repousserions encore comme législateur, parce que la société, eût-elle le droit de modifier les situations acquises, ne serait pas en état de remplir avec sagesse une semblable tâche, et serait fatalement entraînée à favoriser les plus mauvaises passions.

Après tout, l'inégalité des conditions n'est pas une injustice à laquelle il faille remédier. Personne n'a un droit naturel à une condition plutôt qu'à une autre. Personne n'a non plus le droit de rabaisser les autres à son niveau. L'inégalité des conditions est un élément indispensable de l'ordre et du progrès. Il faut une hiérarchie dans la société, et si l'on avance dans la civilisation, il est impossible que tous y avancent du même pas. Un seul état social comporte l'égalité, c'est l'état sauvage.

Ah ! sans doute, il ne faut pas dédaigner les petits et les faibles. Les riches ont peut-être trop oublié dans ce siècle qui finit, qu'ils sont riches surtout dans l'intérêt des pauvres, que tous les hommes sont frères, que les aînés et les plus heureux doivent tendre la main à ceux qui sont plus faibles pour la lutte.

Le riche ne doit point vivre de jouissances égoïstes. Ses loisirs ne sont pas faits pour son amusement, mais pour s'occuper des intérêts de ceux qui n'ont pas de loisirs. Tout riche, dont la vie est assurée, doit employer son temps au salut temporel ou éternel de ses frères. Nous sommes tout à fait d'accord en ceci avec ceux qu'on appelle les chrétiens sociaux. Est-ce à dire qu'il faille caresser les illusions et les basses jalousies du peuple ? Oui, si on ne veut qu'être élu député ; non, si on veut faire un véritable bien. Il y a tant à faire auprès des masses, sans descendre à ces moyens de politiciens ! Il y a à les éclairer sur leurs devoirs envers Dieu et envers leurs semblables : il y a à les instruire

pour les mettre à même de s'élever à une situation meilleure ; il y a à leur apprendre à tirer parti des ressources qu'elles possèdent, surtout à user de l'association qui est la force et la richesse du pauvre. Conseillez le paysan et l'ouvrier dans leurs embarras. Réformez les lois qui les empêchent d'obtenir facilement justice, etc. Cela vaudra beaucoup mieux que des remaniements d'impôts, qui se traduiront toujours par des surcharges.

Il est une chose dont certaines personnes zélées et charitables, mais ignorant les lois de l'économie politique, ne se rendent pas compte ; c'est que, de quelque manière que l'impôt soit réparti, c'est toujours en définitive le pauvre qui le paie. Ce qu'il ne paie pas directement, il le paie avec aggravation par le chômage et la misère. Le riche surchargé est obligé de diminuer sa dépense et par là même de restreindre la quantité de travail. La belle avance de l'avoir obligé à un sacrifice plus dur et de jeter des milliers d'ouvriers sur le pavé ! Comme le remarquait S. S. Léon XIII dans son immortelle encyclique, l'important pour l'ouvrier est qu'il y ait beaucoup de travail. Il n'y a qu'une manière de soulager vraiment le peuple, c'est de diminuer les impôts. Hélas ! nous en sommes bien loin.

Cte DOMET DE VORGES.

BIBLIOGRAPHIE

I

ENCYCLOPAEDIE DER MATHEMATISCHEN WISSENSCHAFTEN, herausgegeben von H. BURKHARDT und W. F. MEYER. Band I, Heft III (pp. 225-352). Band II, Heft I (pp. 1-160). — Leipzig, Teubner, 1899. Prix : 3 marcs 80 et 4 marcs 80.

La publication de la savante encyclopédie mathématique allemande se poursuit activement. Voici une analyse rapide des sujets traités dans les deux cahiers publiés récemment.

1. *Fonctions rationnelles d'une variable : leurs zéros*, par E. NETTO, professeur à Giessen. 1-3. Interpolation : il aurait fallu dire un mot des fonctions interpolaires d'Ampère. 4. Calcul des différences : la notation $\nabla^n u$ pour u_n, qui est si expressive, n'est pas indiquée. 5-8. Théorème fondamental de l'analyse algébrique. L'auteur donne un aperçu des principaux essais de démonstration de cette proposition célèbre et les classe en groupes. Au point de vue historique, nous devons noter quelques erreurs ou lacunes : les démonstrations de Walecki, Jamet, Gérard, sont passées sous silence ; la démonstration d'Argand, la première sérieuse après celle de Gauss, est attribuée à Legendre (Legendre a rendu très défectueuse cette preuve d'Argand, sans en nommer l'auteur, qui la lui avait communiquée) et à Cauchy qui, lui, a rendu justice au modeste savant genevois. Au point de vue scientifique, nous ne croyons pas que l'on puisse déduire l'existence de n racines de celle d'une racine, sans passer par beaucoup de théorèmes préliminaires. Sous quelque forme que l'on attaque cette question, on est toujours acculé au point de vue extrême de Kronecker (p. 235, lignes 6-12). 9-11. Réductibilité. 12-15. Plus grand commun diviseur ; racines égales ; congruences algébriques ; résultantes ; discriminants. La bibliographie, si riche

soit-elle, oublie encore quelques travaux sur les résultantes, publiés de ce côté du Rhin.

Fonctions rationnelles de plusieurs variables, par E. NETTO. 1-5. Définitions ; racines ; irréductibilité. 6-10. Élimination : Bézout, Poisson, Cayley, Sylvester, Kronecker, Minding, Labatie. 11. Racines multiples et infinies. 12. Élimination, dans des cas particuliers : équations linéaires ; autres équations ; cas spéciaux. 13-16. Propriétés des éliminants, des résultantes, etc. 17-20. Discriminants ; équations indépendantes. 21-22. Jacobiens, hessiens. 23-26. Extension en divers sens des théories relatives aux fonctions d'une variable. — Dans cette section, nous ne croyons pas que les mémoires de Rouché sur les équations linéaires, de Darboux, de Falk et de Lemonnier sur les équations quelconques soient cités. Peut-être cette partie de l'Encyclopédie aurait-elle dû être fondue avec la précédente, comme on le fait dans la plupart des traités d'Algèbre. On entrevoit, d'ailleurs, qu'un jour les idées de Kronecker permettront d'introduire ici et dans d'autres parties de l'arithmétique et de l'algèbre une vraie unité organique.

Théorie arithmétique des grandeurs algébriques ; figures algébriques, par G. LANDSBERG, privat-docent à l'Université de Heidelberg. Pour cette théorie d'origine moderne, l'auteur ne signale, en fait de manuels ou de traités, que l'*Algèbre* de Weber, celle de Netto, l'*Introduction à l'étude de la Théorie des Nombres et de l'Algèbre supérieure* de Borel et Drach, la *Théorie des Nombres* de Dedekind (dernier appendice). Il n'est peut-être pas inutile de faire remarquer que celui-ci a aussi publié, en français, un mémoire de 118 pages, *Sur la Théorie des nombres entiers algébriques*, dans le BULLETIN DES SCIENCES MATHÉMATIQUES de Darboux, t. XI de la 1re série, t. I de la 2e série. Les difficiles recherches de Kronecker, Weierstrass, Dedekind, Weber, Hilbert, et de leurs élèves sur la théorie des *corps* ou *domaines de rationabilité* (nos 1-11) et sur celle des systèmes de module et des figures algébriques les plus générales (nos 12-23) sont exposées avec autant de clarté que le sujet le comporte ; mais, faute de compétence, nous devons nous borner à ces indications générales.

Invariantologie, par W. FR. MEYER, professeur à l'Université de Königsberg. Nous reviendrons sur cette section de l'encyclopédie, dont le tiers seulement a paru dans la troisième livraison du tome I, quand nous en analyserons la quatrième livraison.

II. *Principes de la Théorie générale des Fonctions*, par

A. PRINGSHEIM, professeur à l'Université de Munich. 1-3. Variable et fonction; historique: Leibniz, Euler, Dirichlet; introduction des imaginaires. 4. Variable réelle. 5. Fonction uniforme d'une variable réelle. 6. Limite supérieure et inférieure d'une fonction dans le sens de Weierstrass. 7. Valeur limite d'une fonction. 8. Valeur infinie d'une fonction et d'une variable. 9. Fonction continue. 10. Fonctions différentiables. 11. Fonctions ayant une infinité de maxima et de minima. 12. Fonction analytique. 13. Formes indéterminées. 14. Discontinuité. 15. Points singuliers. 16. Définition de fonctions comme valeurs limites. Convergence uniforme. 17. Convergence uniforme des séries. 18. Principe de la condensation des singularités. 19. Fonction ayant une infinité de discontinuités dans un intervalle fini. 20. Fonction continue ayant un nombre infini de singularités dans un intervalle fini. 21-24. Fonctions de plusieurs variables (domaine de n variables; fonctions de n variables, continuité; passages à la limite successifs ou simultanés; convergence uniforme vers une fonction limite).

Cette section de l'encyclopédie est accompagnée d'une riche bibliographie qui occupe presque le tiers de chaque page; on trouve aussi dans les notes la synonymie des dénominations variées employées par les géomètres pour désigner un même phénomène analytique, et des exemples simples pour éclaircir les notions souvent bien abstraites définies dans le texte. Plusieurs de ces exemples auraient pu être formés un peu plus simplement, en recourant au signe $E(x)$ pour désigner le plus grand entier contenu dans x. Ajoutez à la bibliographie relative à l'existence de la dérivée, le grand travail de Lamarle : *Étude approfondie sur les deux équations fondamentales* Lim $[f(x+h) - fx] : h = f'x$ et $dy = f'(x).\Delta x$ (118 p. in-4°; 1854; MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE, t. XXXIX), où l'on trouve, à côté de conclusions inexactes admises trop hâtivement, maintes remarques excellentes sur les quatre limites d'une fonction, remarques devenues classiques longtemps après lui.—A l'expression *convergence uniforme*, nous préférons, comme nous l'avons dit antérieurement, le terme plus simple, *équiconvergence*, dû à Gilbert.

Calcul différentiel et calcul intégral, par M. A. Voss, professeur à l'Université de Würzbourg. A. Littérature. B. Historique (un peu écourté, ce nous semble). C. Calcul différentiel. I. 1. Fonctions d'une variable. 2-5. Dérivées premières. 6. Dérivées supérieures. 7. Premier principe de la moyenne. Il aurait fallu signaler ici son équivalence avec le théorème de Rolle. 8. Différentielle.

Selon nous, la définition exacte de la différentielle remonte jusqu'à Leibniz et Newton. II. *Fonctions de plusieurs variables*. 9. Dérivées partielles et différentielle totale. 10. Dérivées partielles supérieures. Inversion des dérivations. L'auteur ne parle pas des différentielles totales d'ordre supérieur, ni du changement de variable indépendante, au moins d'une manière explicite. Il aurait fallu faire connaître ici les notations de Lagrange au moyen des δ pour indiquer la dérivée d'une fonction *par rapport à une lettre*. Les notations de Lacroix avec les d, pour les *vraies* dérivées (p. 70, note 61) et celles de Lagrange avec les δ pour les dérivées *formelles* permettent *toujours* d'exprimer toutes les relations entre ces deux sortes de dérivées ; il n'en est pas de même des notations ambiguës de Jacobi, comme on peut le voir en lisant la *Nova Methodus*. III. *Applications*. 11-15. Théorème de Taylor dans le cas d'une ou de plusieurs variables ; généralisations diverses; formule interpolatoire de Newton avec un reste (l'auteur ne cite pas l'extension de Gram au cas d'une variable complexe) ; formule de Wronski ; conditions d'existence de la série indéfinie de Taylor ; fonctions analytiques. 16-22. Maxima et minima. Toutes les restrictions nécessaires relatives aux difficultés de cette théorie, quand on considère les fonctions de plusieurs variables, sont signalées. 23. Formes homogènes définies. 24. Formules pour les dérivées successives d'une fonction de fonction. D. *Calcul intégral*. I. *Fonctions d'une variable*. 25-30. Intégrales indéfinies. 31-37. Intégrales définies comme limite de sommes ou comme inverse de différentielle (les deux notions ne sont pas toujours superposables) ; premier et second théorème de la moyenne. Dans les notes de cette section, on rencontre beaucoup de remarques intéressantes. II. *Fonctions de plusieurs variables*. 38-42. Intégrales multiples considérées comme limite de sommes multiples ou comme intégrales simples successives ; transformation des intégrales multiples ; facteur de Dirichlet. Les recherches de Ch.-J. de la Vallée Poussin sur les relations entre les limites de sommes multiples et les intégrales successives ne sont citées qu'indirectement (à propos de Jordan et de Stolz). III. *Applications*. 43. Intégration des différentielles totales. 44. Intégrabilité des expressions différentielles. 45-47. Théorèmes de Green et de Stokes. 48-49. Différentielles d'ordre non entier. 50-55. Quadratures mécaniques ; formules de Poncelet, Parmentier, Simpson ; méthode de Gauss et de ses continuateurs ; extension aux intégrales multiples. Il aurait fallu indiquer ici les recherches de Peano et d'autres géomètres sur

la formule des trapèzes, sur celles de Simpson et de Simpson généralisées, etc. E. *Appendice*. 56-61. Planimètres et intégrateurs. Planimètre d'Amsler. Planimètre de précision. Intégraphe. Méthodes graphiques. Le travail si important de M. J. (et non E.) Massau, cité en note, p. 134, a été publié en volume sous le titre *Mémoire sur l'intégration graphique et ses applications*, avec un *Appendice* étendu.

Intégrales définies, par G. Brunel, professeur à l'Université de Bordeaux. Nous rendrons compte de cette section du premier cahier du tome II de l'Encyclopédie, quand elle sera publiée complètement.

Les deux livraisons de l'Encyclopédie mathématique dont nous venons de faire une sèche analyse, sont, comme on le voit, aussi intéressantes que les deux premières. Çà et là, nous avons signalé quelques lacunes dans la bibliographie des questions traitées, mais nous sommes persuadé que dans toutes les sections de l'ouvrage, les spécialistes eux-mêmes trouveront de précieux renseignements : on n'écrira plus, on ne pourra plus écrire de manuel sur aucune des parties des mathématiques sans consulter l'Encyclopédie, si elle continue à être publiée avec le même soin, la même conscience scientifique que les quatre premières livraisons.

P. Mansion.

II

Éléments de la Théorie des Nombres. *Congruences. Formes quadratiques. Nombres incommensurables. Questions diverses*, par E. Cahen. Un vol. grand in-8° de 400 pages. — Paris, Gauthier-Villars, 1900.

Depuis la traduction des *Disquisitiones* de Gauss et les ouvrages de Legendre, le seul traité didactique publié en français sur la Théorie des Nombres paraît être celui d'Édouard Lucas. Malheureusement cet ouvrage, interrompu par la mort de l'auteur, en est resté à son premier volume et la théorie si importante des formes quadratiques n'y est pas même abordée.

L'auteur du présent ouvrage s'est proposé de combler cette lacune. Le volume qu'il vient de faire paraître renferme les

Éléments de la Théorie des Nombres, c'est-à-dire un ensemble de théories fondamentales qui se traitent sans le secours de l'analyse infinitésimale.

Le programme de l'auteur se rapproche beaucoup de celui de la *Zahlentheorie* de Dirichlet, publiée par Dedekind (en se bornant à la partie élémentaire), ou de celui de l'*Elementar Zahlentheorie* de P. Bachmann. Les mathématiciens qui connaissent ces deux ouvrages, dont le premier est depuis longtemps classique, se rendront donc facilement compte de celui que nous analysons. L'auteur français s'est proposé sans doute de dispenser les étudiants de la lecture d'ouvrages étrangers ; mais il ne s'est pas borné à une traduction, la composition lui appartient, et il a suffisamment renouvelé le sujet pour intéresser à la lecture de son livre ceux-là mêmes qui sont familiarisés avec la Théorie des Nombres.

Le premier chapitre contient les règles du calcul des nombres entiers, les principes de la divisibilité et la théorie des fractions. L'auteur généralise successivement l'idée du nombre, sans faire appel à aucune autre notion expérimentale que celle du nombre entier. Cette conception, qui est habituelle aujourd'hui, a l'avantage de donner à l'enchaînement des déductions toute la rigueur et toute la simplicité possibles. Tout cela est fait sans longueurs, ce qui était le principal écueil à éviter.

Le chapitre II renferme, outre quelques compléments classiques de la théorie de la divisibilité arithmétique, l'exposition systématique des propriétés des fractions continues. C'est une innovation par rapport aux ouvrages allemands cités plus haut. Cette théorie viendra à point dans l'étude des formes quadratiques, et elle permettra d'éviter quelques longueurs qui embarrassent, par exemple, le traité de Dirichlet.

On trouve dans les chapitres III et IV, la théorie des congruences et celle des restes quadratiques. L'auteur donne deux démonstrations différentes de la loi de réciprocité : l'une de Zeller, l'autre de Kronecker.

Le chapitre V est consacré aux nombres incommensurables. Suivant les idées de Dedekind, l'auteur définit les nombres incommensurables par le partage des nombres commensurables en deux classes. Il a soin de montrer comment les calculs sur ces nombres peuvent toujours se faire au degré d'approximation que l'on veut. Il traite ensuite des différents procédés qui peuvent servir à distinguer entre eux les nombres de nature différente, rationnels ou irrationnels, et parmi ces derniers les nombres

algébriques ou transcendants. Ce chapitre ouvre aux lecteurs de nombreux horizons sur des questions qui attendent encore aujourd'hui leur solution définitive.

Le chapitre VI occupe la majeure partie de l'ouvrage. On y trouve la théorie élémentaire des formes quadratiques, successivement pour un discriminant positif et pour un discriminant négatif. Il est à remarquer que ce discriminant est, en signe contraire, le déterminant de Gauss et de Dirichlet. Cette théorie embrasse la résolution de trois problèmes fondamentaux :

I. Étant données deux formes de même discriminant, reconnaître si elles sont de la même classe ou non.

II. Étant données deux formes de la même classe, trouver toutes les substitutions qui permettent de passer de l'une à l'autre.

III. Étant donné un discriminant, trouver les différentes classes de formes de ce discriminant.

La résolution de ces trois questions est classique. Cependant le mode d'exposition de l'auteur se distingue par la manière heureuse dont il met en relief le rôle des substitutions et celui des fractions continues. Le chapitre se termine par l'application de la théorie des formes quadratiques à l'analyse indéterminée du second degré en général.

L'ouvrage se termine par des Notes et des Tables.

Parmi les Notes citons celle qui est relative aux nombres premiers et à la fonction $\zeta(s)$ de Riemann et qui donne une idée des nombreux travaux auxquels cette fonction a donné naissance. Citons aussi celles qui sont relatives à la décomposition des nombres en facteurs premiers et au calcul des racines primitives des nombres premiers, qui complètent par des théorèmes plus spéciaux les théories générales.

Les Tables sont extraites de la théorie des congruences de Tchebicheff et permettent d'exécuter tous les calculs auxquels conduit la solution des problèmes proposés dans l'ouvrage. Il y en a quatre : Table des nombres premiers de 1 à 10 000, Table des racines primitives et des indices pour les nombres premiers de 1 à 200 ; Table des formes linéaires des facteurs impairs des formes quadratiques $x^2 + Dy^2$ de $D = 1$ à $D = 101$; Table des formes linéaires des facteurs impairs des formes quadratiques $x^2 - \Delta y^2$ de $\Delta = 1$ à $\Delta = 101$.

Par cette courte analyse dans laquelle nous avons omis bien des questions abordées par M. Cahen, on peut déjà voir que cet ouvrage est une excellente introduction aux théories plus élevées

qui occupent encore aujourd'hui l'attention des géomètres. L'auteur exprime dans sa préface le désir de publier un jour un traité plus complet embrassant ces matières plus nouvelles. Puisse ce désir se réaliser bientôt, et la lacune qui subsiste encore dans la littérature scientifique française disparaître en même temps!

CH.-J. DE LA VALLÉE POUSSIN.

III

LEÇONS SUR LES FONCTIONS ENTIÈRES, par ÉMILE BOREL, Maître de conférences à l'École Normale Supérieure. Un vol. in-8° de 124 pages. — Paris, Gauthier-Villars, 1900.

En rendant compte dans cette REVUE (1) du petit volume publié il y a plus d'un an par M. Borel, nous ne savions pas qu'il devait ouvrir une série que le jeune et savant professeur continue aujourd'hui par la nouvelle brochure dont nous allons maintenant dire quelques mots, et qui, par sa préface, nous en promet encore d'autres.

Ayant défini l'ordre des connaissances que possède son auditoire, qui est celui du programme de la Licence des Universités françaises, l'auteur s'exprime comme suit :

" Il est dès lors possible, après avoir choisi un sujet bien délimité, d'aller assez vite et d'arriver en peu de leçons à approcher, au moins sur certains points, des limites actuelles de la science. On montre ainsi, sur un exemple particulier tout au moins, quelle est la nature des méthodes employées dans la recherche mathématique et quelle est la forme sous laquelle se posent les problèmes qui restent à résoudre.

„ Cette conception de l'enseignement me conduit à publier sur la Théorie des Fonctions une série de petits livres, dont voici le second et qui seront, en principe, complètement indépendants les uns des autres... „

Il n'est pas besoin de beaucoup insister sur les séductions d'un tel programme, développé surtout avec l'habileté didactique qu'ont révélée chez le jeune Maître de l'École normale non seulement son premier volume, auquel il vient d'être fait allusion, mais encore cette remarquable *Note sur les Transformations*

(1) Livraison de janvier 1899, p. 256.

en Géométrie dont il a enrichi le tome III du *Cours de Géométrie analytique* de M. Niewenglowski.

La Théorie des Fonctions, qui domine toutes les Mathématiques modernes, utilise des notions et fait appel à des méthodes assez distinctes de celles qui se rencontrent dans la partie de la science dont ont été jusqu'ici constitués les éléments classiques, pour qu'il y ait lieu, en quelque sorte, de jeter des ponts d'un domaine à l'autre, et ce sont de tels ponts, solidement fondés et d'un accès commode, qu'édifie M. Borel sous la forme des brochures qu'il a entrepris de nous donner. On ne saurait trop applaudir à une telle initiative, et on peut, sans s'aventurer, prédire qu'elle sera féconde. En ouvrant aux nouveaux venus de la recherche scientifique les voies par lesquelles ils atteindront le plus rapidement et le plus sûrement aux champs qui restent à défricher, en assignant un but précis à leurs efforts, elle provoquera, ce n'est pas douteux, une nouvelle moisson d'utiles découvertes dont l'honneur, pour une part, devra revenir à son auteur.

Dans cette difficile Théorie des Fonctions, celles qui sont dites *entières*, et qui prolongent, en quelque sorte, dans le domaine transcendant la notion algébrique du polynome, présentent un intérêt tout particulier. Dépourvues de singularités à distance finie, elles sont, dans toute l'étendue du plan que peut parcourir la variable indépendante, représentables par un développement taylorien, et cette circonstance rend plus aisée, en ce qui les concerne, la solution de divers problèmes. Etant donnée l'infirmité de l'intelligence humaine qui ne peut aborder que progressivement les redoutables difficultés de la spéculation pure, elles constituent donc une introduction, en quelque sorte, nécessaire à l'étude des fonctions analytiques les plus générales.

L'origine des connaissances que nous possédons sur les fonctions entières est, d'ailleurs, toute contemporaine; elle se trouve dans un théorème fondamental dû à Weierstrass, et qui constitue un des plus beaux titres de gloire du grand géomètre allemand. A ce théorème, d'où découle la décomposition en facteurs primaires des fonctions entières, M. Borel consacre son chapitre I, et, dès ce début, le lecteur est frappé par la belle ordonnance de l'exposé non moins que par sa parfaite netteté et son extrême rigueur. Remarquons aussi que certaines notions, encore un peu flottantes comme il arrive dans la période où s'édifie une théorie nouvelle, se précisent sous la plume de notre auteur, prenant ainsi toute leur valeur au point de vue didac-

tique, telle, notamment, celle de l'exposant de convergence d'une série à termes positifs.

Par un contraste qui ne manque pas d'un certain piquant, à la suite des idées de Weierstrass, livrées au public sous forme d'un monument achevé, le chapitre II initie le lecteur à celles, non moins originales, de Laguerre que leur auteur mettait une certaine coquetterie à ne dévoiler que par de rapides indications, comme en une simple esquisse. Mais, comme le fait judicieusement observer M. Borel, " on se rend fort bien compte que sa pensée est allée plus loin qu'une lecture superficielle de ses publications ne le laisserait croire, et qu'il a tout au moins entrevu les plus importants des résultats obtenus après lui ".

Soulignant, en outre, la fécondité des méthodes imaginées par Laguerre, M. Borel propose aux jeunes chercheurs, comme beau sujet d'étude, l'extension de leur champ d'application.

La contribution capitale de Laguerre au sujet qui nous occupe consiste dans l'introduction de la notion de *genre*, " qui a été l'origine de tous les travaux ultérieurs ", et qui, avec celle d'*ordre*, que précise M. Borel, joue dans cette théorie un rôle absolument capital.

Après avoir mis en relief toute l'utilité de cette notion du genre, l'auteur montre, par un procédé élémentaire, comment on peut rattacher les fonctions de genre fini à celles de genre zéro, pour s'étendre ensuite, avec quelques détails, sur celles-ci et sur celles de genre un qui ont surtout attiré l'attention de Laguerre. Le point de vue d'où les envisageait ce subtil analyste était celui de la distribution de leurs zéros, et il est fort remarquable que, pour les genres zéro et un, il ait réussi à généraliser dans leur domaine les théorèmes classiques de la théorie des équations comme ceux de Rolle et de Descartes. A partir du genre deux cette généralisation n'est plus permise ; mais au moins Laguerre a-t-il pu, pour les fonctions d'ordre quelconque mais fini, établir des propositions analogues qui sont encore d'un grand intérêt et que M. Borel nous fait connaître.

De son côté, " M. Poincaré a mis en évidence deux faits de la plus grande importance : il a indiqué une relation, d'une part, entre l'ordre de grandeur d'une fonction entière et son genre supposé fini, et, d'autre part, entre l'ordre de grandeur de la fonction et l'ordre de grandeur de ses coefficients ". A ce sujet est consacré le chapitre III. Mais M. Borel ne s'est pas borné à y donner un résumé, d'ailleurs très clair et très substantiel, du Mémoire dans lequel l'illustre géomètre français a su mettre en

évidence ces résultats si cachés ; s'appuyant sur ces résultats, l'auteur en tire à son tour d'importantes conséquences, relatives tant au module maximum d'une fonction d'ordre fini quelconque qu'aux limites supérieures des coefficients de son développement. Il y a fait d'ailleurs usage d'une notion spéciale, celle de la fonction majorante, qui lui est due en propre.

En démontrant des théorèmes qui peuvent être considérés comme réciproques de ceux de M. Poincaré, " M. Hadamard a fait faire à la théorie des progrès essentiels et ouvert en même temps la voie à des recherches nouvelles ". Ces théorèmes, limités d'ailleurs au cas des fonctions de genre fini, font l'objet du chapitre IV où le premier d'entre eux est démontré par une méthode due à M. Schou. Parmi les applications qui en sont données, d'après leur auteur même, se rencontre la remarquable détermination du genre (égal à zéro) de la fonction (ζ) de Riemann, qui a été le point de départ des belles recherches de MM. von Mangoldt, Ch.-J. de la Vallée Poussin et Jensen.

Le chapitre V est réservé au théorème classique de M. Picard sur les fonctions entières qui ne peuvent pas devenir égales à deux nombres donnés, et sur diverses curieuses généralisations qui en ont été obtenues soit par M. Hadamard, soit par M. Borel lui-même.

Dans une Note faisant suite à ce chapitre, l'auteur reproduit l'élégante démonstration directe qu'il a fait connaître de ce théorème il y a quelques années.

Une seconde Note fait ressortir l'importance de la *régularité* de la croissance des fonctions. Les beaux théorèmes que l'on y rencontre, dus à l'auteur lui-même, n'avaient encore été donnés par lui que sans leurs démonstrations qui sont développées ici dans tous leurs détails et ne constituent pas la partie la moins intéressante de l'ouvrage.

Dans une dernière Note, fort courte, sont condensés quelques résultats relatifs aux fonctions à croissance irrégulière, d'une étude plus difficile mais d'une bien moindre importance au point de vue des applications.

M. D'OCAGNE.

IV

ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE DES AIDE-MÉMOIRE. — Paris, Gauthier-Villars et Masson.

I. LA LIQUÉFACTION DES GAZ ET SES APPLICATIONS, par J. LEFÈVRE, professeur à l'École des sciences et à l'École de médecine de Nantes. Petit in-8° de 176 pages.

Les récents travaux de M. Dewar et de plusieurs autres savants, relatifs à la production des grands froids, ont permis de réaliser la condensation de tous les gaz connus — même des plus incoercibles, comme l'hydrogène et l'hélium — en liquides susceptibles d'être manipulés à leur point d'ébullition sous la pression atmosphérique. Le problème si intéressant de la liquéfaction est donc aujourd'hui complètement résolu au point de vue scientifique. On saura gré à M. J. Lefèvre d'avoir présenté sous une forme claire et concise, un exposé complet de la question.

L'auteur consacre d'abord une partie théorique très courte aux propriétés générales des liquides et des gaz ; il y rappelle brièvement les principes de Physique et de Thermodynamique qu'il invoquera dans la suite.

Liquéfaction des gaz dans les laboratoires, liquéfaction des gaz dans l'industrie, tel est le double objet de la partie pratique méthodiquement développée qui forme le corps de l'ouvrage.

Les trois premiers chapitres constituent un aperçu historique de cette science toute moderne, de son origine et de ses rapides développements ; il embrasse ces trois phases principales : la liquéfaction des gaz, dont le point critique est relativement élevé ; les premiers efforts et les premiers succès relatifs aux gaz dits *permanents ;* enfin, la réduction de ces derniers en liquides statiques. L'exposé des différentes méthodes de liquéfaction, la notion du point critique, la description détaillée des appareils, les perfectionnements successifs, fruit des célèbres expériences de MM. Wroblewsky, Olzewsky et Dewar, trouvent place dans le développement de cette partie. Un chapitre spécial est réservé à la liquéfaction de quelques gaz, tels que l'acétylène, l'ozone, le fluor, l'argon et l'hélium, découverts pour la plupart au cours des vingt dernières années, à la suite des progrès réalisés depuis 1877 dans les procédés de liquéfaction.

M. Lefèvre aborde au chapitre V la liquéfaction industrielle

qui, grâce aux applications déjà si nombreuses et si importantes des gaz liquéfiés, gagne de jour en jour en intérêt et en actualité. Tour à tour les machines à cascades, à cycles multiples et fermés, les machines basées sur la détente de gaz comprimé avec ou sans travail extérieur, sont l'objet d'une étude détaillée.

La conservation des gaz liquéfiés, leurs propriétés physiques et chimiques, la délicate étude de leur densité, de leur chaleur de vaporisation, etc., remplissent le cadre du chapitre suivant qui se termine par le tableau des constantes des principaux gaz.

La notion du point critique est fondamentale; l'auteur y revient au chapitre VII où il résume en quelques pages très nettes, très précises, les principales recherches des savants anglais et français. Les différentes hypothèses relatives à l'état des corps au point critique et à l'explication des phénomènes singuliers qu'on y constate, seraient sans aucun doute du plus haut intérêt, mais elles eussent entraîné l'auteur trop loin : il se contente de les signaler.

Les deux derniers chapitres sont consacrés à l'énumération des applications principales que trouvent dès à présent les gaz liquéfiés, particulièrement l'air et l'hydrogène liquides, dans les sciences et l'industrie; à la description sommaire des récipients spéciaux qu'exige la conservation des gaz liquéfiés, et à celle des principales machines frigorifiques à *compression* et à *affinité*.

Une bibliographie étendue termine cet excellent ouvrage.

A. G.

II. Essai des Matières textiles, par Persoz (J.), Directeur de la Condition des soies et laines, près la Chambre de Commerce de Paris. Petit in-8° de 186 pages.

Ce volume s'adresse à toutes les personnes qui s'occupent du commerce ou de l'industrie des textiles.

Dans le premier chapitre, après un court historique sur l'origine du conditionnement, se trouvent décrites la méthode générale suivie de nos jours pour ce genre d'épreuve, les diverses étuves en usage, chauffées par des calorifères, par le gaz ou par l'électricité, enfin la pratique des opérations sur les matières textiles. Il se termine par un examen détaillé de problèmes relatifs au conditionnement.

Dans le deuxième chapitre, l'auteur traite la question du

décreusage officiel des soies et du lavage des laines et la façon d'appliquer en fabrique le résultat de ces épreuves.

Le troisième chapitre, le plus étendu, fait passer en revue les systèmes multiples qui servent de base à l'évaluation du titre ou du numéro des fils, soit en France, soit à l'étranger, et les résolutions adoptées par plusieurs Congrès internationaux pour unifier tous ces systèmes. Après avoir donné un aperçu des appareils en usage pour titrer les fils, l'auteur aborde la question des calculs à opérer pour convertir le numéro d'un système de titrage en un numéro d'un autre système, suivant les sortes de fils : soies, laines, coton, lin, etc.

Le chapitre se termine par l'exposé des moyens qui permettent d'effectuer certaines déterminations intéressant surtout le fabricant ou le marchand de tissus.

Un quatrième chapitre fait connaître les appareils qui servent à évaluer la torsion des diverses ouvraisons de fils.

Enfin un cinquième chapitre traite des moyens d'apprécier la résistance et l'élasticité des fils et des tissus. Il donne la description des principaux dynamomètres utilisés dans ce but et, en dernier lieu, d'un appareil nouveau permettant d'évaluer comparativement la résistance à la *perforation* des matières les plus variées : papiers et cartons, étoffes de tout genre, cuirs et peaux, lames et toiles métalliques, lames de verre, etc.

III. Résistance électrique et Fluidité, par Gouré de Villemontée. Petit in-8° de 188 pages.

Au début l'auteur précise le problème en indiquant la nature, la définition et les dimensions de la résistance électrique et du coefficient de frottement. L'exposé des méthodes suivies soit en France, soit à l'étranger fait l'objet des deux premières Parties. Le rappel des principes amène promptement à la discussion de l'application des méthodes d'après les Mémoires de Pouillet, de Becquerel, de M. Kolhrausch, de M. Lippmann, de M. Bouty pour les résistances, de Coulomb, de M. Stokes, de M. O.-E. Meyer, de Maxwell, de Poiseuille pour les coefficients de frottement. La détermination du degré d'approximation avec lequel les résultats ont été obtenus, autant que les Mémoires originaux le permettaient, a été l'une des plus grandes préoccupations de l'auteur.

La troisième Partie, plus étendue que les deux premières, comprend l'ensemble des résultats acquis en poursuivant les

recherches dans trois ordres d'idées : changement de concentration ; variation de température ; modification du dissolvant.

Un plan de recherches fixe et classe les problèmes à résoudre. Les résultats expérimentaux correspondant à chaque cas, dégagés de toute conception théorique, sont reliés par des énoncés nets qui précisent d'une part les points acquis et, de l'autre, les nouvelles questions à résoudre.

Quelques mots à la fin des conclusions font entrevoir le lien de l'étude actuelle avec les recherches et les théories relatives au transport des ions.

V

Leçons de Cosmographie, par MM. Tisserand, Membre de l'Institut, Directeur de l'Observatoire de Paris, et Andoyer, Maître de conférences à la Faculté des Sciences de Paris, 2e édition. Un vol. in-8° de 370 pages. — Paris, A. Colin & Cie, 1900.

Le nom de l'illustre astronome qui figure en tête de cet ouvrage suffirait à en attester la haute valeur, si celui de son distingué collaborateur, attaché à d'importantes publications didactiques, ne constituait déjà à ce point de vue une garantie des plus sérieuses. Et vraiment, cette simple constatation pourrait dispenser de tout autre commentaire sur l'ouvrage, une première édition rapidement enlevée disant assez d'ailleurs la faveur qu'il a tout de suite conquise auprès du public qui étudie. Il nous paraît toutefois utile d'insister sur les services qu'il peut rendre en dehors du cercle de ceux qui ne l'envisagent qu'au point de vue de la préparation aux examens. Certes, ceux-là ne sauraient trouver de guide meilleur ni de plus sûr ; mais d'autres aussi auraient grand profit à en tirer.

Cette partie élémentaire de l'Astronomie descriptive, qui a reçu le nom de Cosmographie, compte au nombre des notions indispensables que doit posséder quiconque se flatte de pénétrer quelque peu dans le domaine de la philosophie naturelle. Une connaissance exacte de l'Univers au milieu duquel nous évoluons s'impose à tout esprit tant soit peu curieux, et elle s'acquiert par une étude pleine d'attrait, ménageant à chaque pas, à celui qui s'y engage, des horizons nouveaux faits pour enchanter sa vue. Bornée à la partie descriptive que vise la Cosmographie, elle

n'exige qu'un petit bagage de notions mathématiques tout élémentaires. Dès le début, l'étude qui y conduit éveille l'intérêt, stimule la curiosité, étant dépourvue des prémisses arides qui s'imposent au seuil de la plupart des sciences.

Or, les simples manuels ne visant qu'à développer un programme d'examen pèchent le plus souvent par un excès de sécheresse, une insuffisance de vues générales, qui les rendent impropres à satisfaire un esprit éclairé en quête d'autre chose que de l'obtention d'un diplôme. Et, d'autre part, les grands Traités, en mêlant la partie descriptive à d'autres notions d'un ordre plus élevé, intéressantes seulement pour les spécialistes, ne se prêtent guère à une simple étude élémentaire.

Nous ne parlons pas ici des ouvrages dits de vulgarisation, où l'imagination de l'auteur se donne plus ou moins libre carrière et auxquels les lecteurs épris de rigueur scientifique préféreront toujours ceux qui sont écrits par des savants.

A ce point de vue, nul livre ne saurait être plus recommandé que celui dont nous parlons. Il se divise en sept livres traitant respectivement des étoiles considérées comme projetées sur la sphère céleste, de la Terre, du Soleil, de la Lune, des Planètes, de l'Astronomie stellaire, c'est-à-dire des étoiles considérées au point de vue de leur distribution dans l'espace et de leur constitution physique ; enfin de l'histoire de l'Astronomie jugée, avec raison, par les auteurs, inséparable de l'étude des principes de la science, et d'ailleurs d'une si vaste portée philosophique.

Ce compendium de l'histoire de l'Astronomie est complété par diverses notices rédigées naguère par Tisserand pour l'Annuaire du Bureau des Longitudes, et qui peuvent, en leur genre, être regardées comme de petits chefs-d'œuvre. Ces notices sont consacrées aux perturbations, à la mesure des masses en Astronomie, à la Lune et à son accélération séculaire, aux planètes intra-mercurielles, enfin au phénomène des marées. On ne saurait trop admirer la simplicité avec laquelle, sans abandonner le terrain de la véritable science, l'éminent auteur du grand *Traité de Mécanique céleste* trouve le secret d'exposer dans le langage courant les questions les plus élevées à la solution desquelles il a, pour sa part, si puissamment contribué à faire concourir les ressources de la plus savante analyse. Et, de fait, ce n'est qu'en dominant absolument un sujet aussi difficile qu'on en peut présenter un résumé synthétique d'une pareille netteté. En particulier, le récit, si souvent refait sous une forme vague, de la découverte de Neptune par Le Verrier prend, sous la plume

de Tisserand, un relief saisissant qui permet d'apprécier bien plus justement l'œuvre du grand astronome français.

Dans le corps même de l'ouvrage il y a lieu de signaler à part, en outre du Livre VI tout entier, consacré à l'Astronomie stellaire, le chapitre II du Livre V qui fournit sur les planètes des détails plus complets, encore bien que succincts, que ceux qui se rencontrent dans la plupart des traités élémentaires de Cosmographie.

Le livre de MM. Tisserand et Andoyer est de ceux que, dès leur apparition, on peut considérer comme destinés à rester classiques.

M. D'OCAGNE.

VI

ELEMENTI DI FISICA compilati da FABIO INVREA. Volume primo. *Meccanica-Calore.* Un volume grand in-8° de 341 pages avec 251 figures dans le texte. — Torino, Unione tipografica-editrice, 33, Via Carlo Alberto, 1900.

Ce livre fait partie d'une collection d'ouvrages classiques, en cours de publication, et intitulée : *Corso elementare di scienze fisiche e naturali* ad uso dei Licei e degli Istituti tecnici pubblicato sotto la direzione del Prof. A. M. Micheletti. Il y figurera certainement avec honneur.

Un décret royal du 5 octobre 1892, relatif aux limites et à la répartition des matières de l'enseignement dans les Gymnases et les Lycées italiens, accorde aux professeurs une grande latitude sur le choix des questions et la manière de les traiter. M. F. Invrea a très heureusement profité de cette situation pour élaguer ou élargir, surtout pour rajeunir et transformer le mode traditionnel d'exposition, sans toutefois bouleverser à plaisir le langage, le symbolisme, la *manière* de ses devanciers. S'appuyant constamment sur des connaissances positives étendues et solides; s'inspirant, avec un discernement judicieux et une sage réserve, de principes, solidement fondés, sur la part qui revient à l'enseignement secondaire dans les conquêtes de la physique, sur le sens, le rôle et la portée des hypothèses et des théories physiques, sur la mise en œuvre la mieux appropriée à la culture générale des jeunes intelligences et à leur acheminement vers les

études supérieures, il a réalisé une œuvre originale et de réelle valeur que nous recommandons volontiers à nos lecteurs.

Le premier volume — le seul qui ait paru jusqu'ici — traite de la *mécanique*, en y comprenant l'*acoustique*, et de la *chaleur*. Le second volume sera consacré à la *physique de l'éther*, c'est-à-dire à la lumière et à l'électricité.

Voici un résumé de la Table des matières.

Préface (pp. v-xii). *Introduction* (pp. 1-10). — Première Partie. *Mécanique*. Ch. I. Principes généraux (13-29). — Ch. II. Mécanique du point matériel (30-46). — Ch. III. Statique du corps rigide (47-64). — Ch. IV. Théorèmes généraux sur le mouvement des systèmes : conservation du mouvement du centre de gravité ; théorème des aires ; théorème de la force vive ; principe des travaux virtuels ; principe de d'Alembert (65-88). — Ch. V. Mouvement d'un système rigide : composition des mouvements instantanés ; mouvement le plus général d'un corps (90-102). — Ch. VI. Propriétés mécaniques des solides naturels : notions sur l'élasticité des solides (103-108). — Ch. VII. Mécanique des liquides : hydrostatique ; densité des solides et des liquides ; hydrodynamique ; mouvements tourbillonnaires (110-135). — Ch. VIII. Capillarité et viscosité des liquides (136-148). — Ch. IX. Mécanique des gaz ; compressibilité ; baromètre ; manomètre ; machines à comprimer et à raréfier les gaz ; dynamique des gaz (149-165). — Ch. X. Mouvement ondulatoire (166-195). — Ch. XI. Acoustique (196-214). — Seconde Partie. *Chaleur*. Ch. I. Température (217-224). — Ch. II. Dilatation des solides, des liquides et des gaz. Densité des gaz (225-250). — Ch. III. Calorimétrie (251-263). — Ch. IV. Changements d'état. Hygrométrie. Liquéfaction des gaz (264-301). — Ch. V. Propagation de la chaleur. Convection, conduction (302-309). — Ch. VI. Thermodynamique. Principe de l'équivalence ; principe de Carnot ; applications ; machine à vapeur (310-343).

Ce programme paraîtra peut-être un peu ample, et surtout très élevé ; hâtons-nous de dire que le développement des questions parfois difficiles qui s'y rencontrent, reste tout élémentaire : l'auteur ne suppose que les connaissances mathématiques propres à l'enseignement moyen, en y comprenant la théorie des limites, la notion de *Vecteur* et les premiers éléments du *Calcul géométrique*. Il insiste sur les idées générales et passe plus rapidement sur les applications, laissant à l'enseignement oral le soin de suppléer et d'ajouter suivant les circonstances.

Arrêtons-nous un instant à la *première partie* où se développe systématiquement la marche adoptée par l'auteur.

Elle s'inspire des idées de Hertz (1) et de L. Boltzmann (2) sur les principes de la mécanique, et des vues de plusieurs géomètres et physiciens illustres sur le but essentiel et la vraie portée des théories mathématiques relatives aux phénomènes naturels. M. Duhem a publié ici même, sur ce sujet, une série d'articles que nos lecteurs n'ont certainement pas oubliés. M. Invrea appartient à la même école. Un détail très significatif suffira à caractériser la tendance de son enseignement : le concept et le mot d'*hypothèse physique* disparaissent de son exposé pour faire place à un concept voisin et à un mot plus modeste, celui de *modèle* ou, plus exactement, d'*image* ou de *symbole*.

Ce changement de terminologie n'est pas oiseux : la logique le conseille et les avantages qu'il procure le réclament.

L'expression *hypothèse physique* déborde l'idée qu'y attachent les physiciens qui considèrent l'étude des phénomènes naturels du point de vue où se place M. Invrea. Elle éveille, en effet, la pensée d'un jugement, au moins provisoire, sur la réalité objective que recouvrent ces phénomènes ; de là cette question qu'elle soulève naturellement dans l'esprit de l'élève : Cette hypothèse est-elle *probable*, est-elle *vraie* ? — Or, il n'importe aux physiciens dont nous parlons que l'hypothèse, où ils ne veulent voir qu'un moyen de coordination des lois expérimentales régissant un groupe de phénomènes apparentés, soit vraie ou fausse ; il faut et il suffit qu'elle soit *utile* en se prêtant au rôle qu'on lui confie. Dès lors, il est logique d'abandonner une expression qui trahit la pensée du maître et fourvoie celle de l'élève, pour lui en substituer une autre qui remet les choses au point et ferme la porte aux divagations superflues. Encore si elles n'étaient que superflues ; mais elles sont tyranniques et décevantes au point de faire perdre de vue aux jeunes étudiants le sens et la portée des définitions, des principes fondamentaux, des raisonnements et des conclusions qui forment le tissu des théories physiques, et, à la faveur de ces confusions, de leur donner l'illusion d'une révélation de la réalité dans le phantasme du symbole créé de toutes pièces pour représenter, non pas ce qu'est le monde, mais comment il va.

Le point matériel, le solide rigide, le liquide et le gaz par-

(1) *Die Prinzipien der Mechanik.* Leipzig, 1894.
(2) *Vorlesungen über die Prinz. der Mechanik.* Leipzig, 1897.

faits, ne sont pas des réalités que nous offre la nature ; — en énonçant la loi de l'attraction universelle que met en œuvre la mécanique céleste, Newton se défend de forger une hypothèse, il n'y veut voir qu'un symbole, — en adoptant les fluides électriques de Symmer, Coulomb déclare qu'il a pour but " de représenter, avec le moins d'éléments possible, les résultats du calcul et de l'expérience, et non d'indiquer les véritables causes de l'électricité ". On pourrait multiplier les exemples.

Ce sont donc, non des jugements, vrais ou faux, mais des images, utiles ou inutiles, que ces concepts abstraits, algébriques, géométriques, mécaniques ou physiques que définit la physique mathématique, qu'elle étudie, dont elle développe systématiquement les propriétés, qu'elle essaie, retouche, élargit, restreint, transforme jusqu'à ce qu'ils lui donnent, dans une synthèse logiquement ordonnée, une représentation nette et féconde des phénomènes naturels. A qui envisage ces théories sous cet angle, tout paraît clair et consistant ; autrement, tout s'obscurcit et branle.

Tels sont les principes qui ont guidé M. Invrea dans la composition de son livre. Que faut-il en penser ? Servent-ils la science ou vont-ils à la supprimer ? — Les avis sont partagés. Des voix également nombreuses, également autorisées les préconisent et les condamnent. Qui voudrait trancher le débat en comptant ou en pesant les suffrages, serait très embarrassé. Mais tous, nous en sommes sûr, se plairont à reconnaître et à louer la clarté, la rigueur et l'élégance des excellentes leçons du savant professeur italien.

J. T.

VII

Leçons d'Optique géométrique à l'usage des élèves de mathématiques spéciales, par E. Wallon, ancien élève de l'École normale supérieure, professeur au Lycée Janson-de-Sailly. Un volume grand in-8° de 342 pages avec 619 figures dans le texte. — Paris, Gauthier-Villars, 1900.

L'optique géométrique, ou l'optique des *rayons lumineux*, s'appuie sur le témoignage d'observations vulgaires érigé en principe : *la lumière se propage en ligne droite dans un milieu*

homogène et isotrope, et sur la notion d'*éclairements égaux* immédiatement fournie par le sens de la vue.

Les anciens y ont fait entrer les phénomènes de la réflexion ; Descartes l'adapta aux phénomènes de la réfraction simple ; Newton l'élargit et la compléta de façon à pouvoir y comprendre les effets de la dispersion ; Bouguer y fit entrer la photométrie ; enfin on y rattacha plus tard la description des méthodes employées par Roemer, Bradley, Fizeau et Foucault pour déterminer la vitesse de propagation de la lumière dans le vide et dans les milieux transparents tels que l'air et l'eau.

L'optique des rayons lumineux ne fait jouer aucun rôle au mode spécial de la propagation de la lumière. Le fait de la double réfraction, qu'elle ne put expliquer, amena Huygens à formuler une hypothèse sur ce mode de propagation et à jeter les bases de l'*optique des ondes lumineuses*.

L'optique d'Huygens, imaginée en vue d'interpréter la double réfraction, se trouva impuissante à expliquer les phénomènes d'interférence et de diffraction. Pour qu'elle pût y suffire, Young dut la préciser en y introduisant la notion de périodicité.

L'optique des *ondes lumineuses périodiques* de Young laissait indécis le caractère spécial des ondes ou des vibrations lumineuses : elles pouvaient être longitudinales ou transversales, tous les phénomènes dont l'optique de Young rend compte ayant leurs correspondants en acoustique.

La découverte des effets de polarisation — étrangers au son — amenèrent Fresnel à compléter à son tour l'optique des ondes périodiques, en y ajoutant le principe de la transversalité des vibrations lumineuses.

De ce vaste ensemble, les *Leçons* de M. E. Wallon, comme leur titre l'indique, n'exposent que l'*optique des rayons lumineux*. Toutes les questions qui s'y rattachent sont traitées avec ampleur, une grande clarté et une rigueur parfaite. Nous recommandons aux professeurs et aux élèves cet excellent exposé, mûri par l'enseignement oral et où, en maints endroits, de vieilles questions sont heureusement rajeunies. La lecture de ce traité n'exige, en général, que la connaissance des mathématiques élémentaires, les quelques pages qui supposent les premiers principes de l'analyse infinitésimale peuvent, sous la condition de les gâter un peu en les allongeant, s'interpréter en langage moins élevé.

Voici les grandes lignes de la Table des matières.

Ch. I. *Propagation de la lumière.* — Ch. II. *Photométrie.* —

Ch. III. *Réflexion de la lumière par les surfaces planes.* — Ch. IV. *Conventions générales des signes.* — Ch. V. *Réflexion par les surfaces sphériques.* — Ch. VI. *Réfraction par les surfaces planes.* — Ch. VII. *Réfraction par les surfaces sphériques.* — Ch. VIII. *Dispersion.* — Ch. IX. *Achromatisme.* — Ch. X. *Œil et Vision.* — Ch. XI. *Instruments d'optique.* — Ch. XII. *Mesure des indices de réfraction.* - Ch. XIII. *Vitesse de propagation de la lumière.* — Ch. XIV. *Compléments :* Théorèmes de Gergonne et de Sturm ; généralisation de la théorie des lentilles épaisses ; aplanétisme des lentilles ; loupes et oculaires composés.

J. T.

VIII

Leçons sur l'Électricité, professées à l'Institut Électrotechnique Montefiore de Liége, par Éric Gérard, 6e édition. Deux vol. gr. in-8° de x-819 pages et de vii-791 pages. — Paris, Gauthier-Villars, 1899-1900.

Que dire qui n'ait point été dit sur cet excellent ouvrage si favorablement accueilli, dès l'origine, dans le monde des électriciens ? La cinquième édition, rapidement épuisée, ne semblait guère pouvoir être surpassée; et voici que la sixième, destinée à l'année académique 1899-1900, renchérit encore sur la précédente. L'auteur en a retranché les pages qui ne présentaient qu'un simple intérêt rétrospectif; il a abordé de nouvelles matières et complète certains chapitres d'une haute importance.

Ainsi dans le premier volume l'*étude des réactions électrolytiques* s'est enrichie de l'hypothèse d'Arrhenius. On sait que le savant chimiste admet une dissociation des sels lors de leur dissolution dans un liquide. Ce serait à cette décomposition plus ou moins complète qu'il faudrait attribuer les phénomènes si complexes parfois de la polarisation et de l'électrolyse.

La partie qui concerne les *générateurs de courant*, et spécialement de courants continus, a été notablement augmentée. La description des divers types de machines, la construction des induits et des collecteurs abondent maintenant en détails pratiques, et de nouvelles illustrations, nombreuses et très parlantes, facilitent la compréhension de l'exposé descriptif. Ne pouvant passer en revue tous les types des générateurs de courant, l'au-

teur a su faire un choix des plus judicieux dans le grand nombre de dispositifs qu'adoptent, pour ces machines, les constructeurs belges et étrangers.

C'est le second volume qui a subi les plus heureux et les plus intéressants remaniements. Dans ce volume le savant professeur de Liége étudie l'*utilisation du courant électrique*, sujet qui comprend la *distribution* et les *canalisations* du courant, la *télégraphie* et la *téléphonie*, les *moteurs électriques* et l'*électrotraction*, l'*éclairage électrique* et enfin l'*électrométallurgie*. Bien des descriptions, non dépourvues d'intérêt, ont dû disparaître devant la multiplicité des matières nouvelles ; mais combien largement les additions compensent les suppressions !

Signalons de précieux développements introduits dans les chapitres consacrés à la *description des compteurs électriques* et au *rôle des accumulateurs* dans les stations centrales.

L'importante et si actuelle question des *moteurs électriques* est remarquablement traitée. Les avantages indiscutables que l'électricité présente dans la plupart des cas sur les autres modes de transmission de force sont mis en pleine lumière. Faut-il donner la préférence aux courants alternatifs polyphasés ou aux courants continus? Il n'est pas possible de répondre d'une manière absolue; on ne peut qu'établir un parallèle entre ces deux sortes de courants appliqués à la transmission de la force : c'est ce que l'auteur a fait et son parallèle est complet et du plus haut intérêt. Dans les moteurs à courants alternatifs il y a un point faible, c'est le démarrage; aussi les spécialistes dirigent-ils principalement leurs recherches de ce côté. Les ingénieux systèmes de M. Boucherot semblent les meilleurs que nous possédions aujourd'hui. L'inventeur est parvenu à éviter, lors de la mise en marche de ces moteurs, la production, dans l'induit, d'un courant d'intensité exagérée qui pourrait détériorer la machine et diminuer la valeur du couple moteur. Ce résultat est très commodément atteint, sans qu'il faille recourir ni à des balais, ni à aucune résistance réglable.

Comme les courants polyphasés et les courants continus ont des qualités propres et essentielles, il est extrêmement utile de pouvoir les transformer les uns dans les autres, sans perte importante d'énergie. On y parvient par une sorte de transformateur tournant appelé *commutatrice*, et qui va jusqu'à donner 92 p. c. de rendement. Dans quelques pages nouvelles et particulièrement intéressantes l'auteur étudie la construction de cet appareil et ses applications déjà très nombreuses.

L'électrotraction est parfaitement tenue au courant des derniers progrès. Là aussi d'anciens systèmes ont cédé la place à d'autres reconnus meilleurs. La traction électrique dans les mines est abordée pour la première fois; traction qui semble appelée à prendre un large développement, puisqu'on interdit actuellement dans la plupart des mines les locomotives à essences inflammables.

Au sujet de l'éclairage électrique, nous citerons en particulier la théorie et la description de quelques lampes à arc en vase clos. A égalité de lumière elles consomment plus d'électricité que les autres ; par contre, leur dépense de charbon et d'entretien est moins élevée.

La téléphonie et la télégraphie sans fil font l'objet d'un chapitre entièrement neuf, où se trouvent résumés les plus récents perfectionnements.

Enfin les quatre chapitres relatifs à l'électrochimie et à l'électrométallurgie ont été complètement remaniés; les principaux procédés électrométallurgiques sont plus méthodiquement étudiés et plus largement traités que précédemment.

On ne peut qu'applaudir aux heureuses modifications que M. Éric Gérard apporte à chaque nouvelle édition de son cours. Le soin qu'il met à le tenir parfaitement à la hauteur des progrès de la science électrique, joint aux rares qualités de son exposition, assure à ses *Leçons* un succès qui ne cessera de grandir.

P. Roland.

IX

Prehistoric Scotland and its place in European civilisation, by Robert Munro, M. A., M. D. Un vol. in-8°, de xix-502 pages; nombreuses gravures. — London, William Blackwood and Sons, 1899.

Comme son titre l'indique clairement, cet ouvrage de M. Munro a pour but de faire connaître la période obscure qui a précédé, en Écosse, les premières époques de l'histoire. Ce sujet, l'auteur l'a fort judicieusement réparti en douze chapitres, qui, après une Introduction relevant les témoignages des écrivains classiques relatifs à l'Écosse, étudient successivement les conditions clima-

tériques et topographiques, les variations du relief du sol, la faune préhistorique, la civilisation aux âges de la pierre, du bronze et du fer, les rites funéraires, la vie sociale, les ouvrages de défense, les cités lacustres, l'ethnologie.

Nous n'insisterons pas ici sur les deux premiers chapitres du livre que nous présentons au lecteur; l'auteur y constate qu'après la période glaciaire dont il signale les traces actuellement encore observables, l'Écosse se couvrit de nombreuses et épaisses forêts entrecoupées de marécages. M. Munro aborde ensuite le troisième chapitre de son ouvrage, qui traite de la faune représentée en Écosse à l'époque préhistorique. Voici l'énumération des animaux dont on a retrouvé des restes : le renne *(cervus tarandus)*, l'élan *(cervus alces)*, le grand cerf d'Irlande *(megaceros hibernicus)*, le cerf *(cervus elaphus)*, l'aurochs *(bos primigenius)*, le castor, le porc sauvage *(sus scrofa)*, le pingouin *(alca impennis)*. On a, de plus, déterré un crâne et une dent d'ours brun. Quant au cheval, ses restes fossiles n'apparaissent point en Écosse; on peut donc conclure qu'il est d'importation relativement récente. Toutefois, Tacite trouva les Calédoniens en possession du cheval, puisqu'à la bataille du mont Graupius, il les décrit combattant du haut de leurs chariots. M. Munro pense que les poneys des Shetland sont aujourd'hui les descendants directs de la première race chevaline domestiquée par les anciens habitants de l'Écosse.

Comme la plupart des autres régions, l'Écosse passa successivement par l'industrie de la pierre, celle du bronze et celle du fer. A l'époque de la pierre, l'homme mit en œuvre le silex; mais sur le sol de l'Écosse, il ne le rencontra qu'en nodules de grosseur relativement réduite. Voilà pourquoi les objets en silex sont aussi de dimensions restreintes, tels que couteaux, pointes de flèches, grattoirs, perçoirs et aiguilles. On n'a jusqu'à ce jour trouvé aucun objet en jade ou en obsidienne; d'autre part, les ornements en jais sont très abondants. Les quelques pièces en ambre qui ont été signalées en Écosse, sont probablement d'importation étrangère. Les autres matières dont se servirent les anciens Pictes et Calédoniens pour la confection de leurs armes de pierre sont le granite, le quartzite, le porphyre, la serpentine, la diorite.

L'ancienne industrie écossaise connaît deux sortes de haches; les unes sont percées d'un trou pour l'emmanchement, les autres n'en ont pas. En règle générale, les haches sont polies; elles ont été retrouvées dans les crannoges et dans les cavernes, au milieu de débris de cuisine, fréquemment aussi dans les sépultures.

Les couteaux et les pointes de flèches en silex apparaissent également dans l'outillage de l'ancienne Écosse, et tous les types connus y sont représentés; on a trouvé de même des harpons, barbelés ou non, en bois de cerf. Mais une particularité de ce pays, ce sont les balles de pierre, servant d'armes. Ces balles, qui ont de 1 à 3 1/2 pouces de diamètre, sont polies de façon à présenter à leur surface quatre ou six disques, et même un plus grand nombre. Ces disques sont ornés de spirales ou cercles concentriques, à l'imitation des coquillages. On pense que ces balles étaient attachées par une lanière à l'extrémité d'un bâton, de manière à être brandies contre l'adversaire; peut-être qu'elles étaient aussi fixées immédiatement au bois, de façon à faire une masse d'armes.

Les fouilles ont ramené à la surface, de la lointaine époque de la pierre, des boutons et des parures en jais, ainsi que des tissus. On a même découvert à Culrain (Rosshire) un soulier en cuir.

M. Munro n'a point pu nous dire par quelles phases s'est opérée en Écosse la transition de l'âge de la pierre à celle du bronze, ni par quelle voie ou quels importateurs ce métal a été introduit. Quoi qu'il en soit, l'industrie du bronze est largement représentée en Écosse par tous les types connus de haches, celts et palstaffs. On n'a pas jusqu'à ce jour retrouvé de marteaux, ni de couteaux en bronze; d'autre part, nombreux sont les rasoirs et les faux. Les rasoirs portent des ornements variés sur le plat. Parmi les autres instruments en bronze, il faut signaler les épées ou dagues, qui sont de deux sortes, les unes plates et ovoïdes, les autres plus effilées et portant au milieu une côte assez épaisse. Des boucliers et des trompettes ou cors en bronze ont été également exhumés, mais jusqu'à présent, on n'a point signalé de pointes de flèches en ce métal, bien qu'elles apparaissent parfois dans les cités lacustres de l'Europe centrale, qui offrent avec la civilisation de l'Écosse de si profondes analogies.

L'usage du bronze donna un merveilleux développement aux ornements de toilette, et c'est en cette matière que sont fondus les premiers bracelets, colliers, diadèmes, bagues et pendants d'oreilles. Durant cette période, l'art fait sa première apparition, car la plupart des objets que nous venons d'énumérer sont recouverts de dessins; mais, chose curieuse, on n'a relevé aucune représentation d'êtres organiques ou animés. La poterie est non seulement ornée de dessins obtenus par incision dans l'argile fraîche, mais ces dessins ont été aussi produits par impression d'empreintes. Ces empreintes sont en nombre considérable et

offrent la plus grande variété. Des dessins apparaissent aussi sur les rochers, et l'on peut classifier de la façon suivante les divers motifs de décoration de cette sculpture lapidaire : il y a de simples cupules, des cupules entourées d'un cercle, d'autres reliées deux à deux par un canal, des cercles concentriques, des demi-cercles concentriques, des spirales, des étoiles et des roues.

C'est sur les monuments funéraires que les dessins apparaissent le plus fréquemment. On a proposé diverses interprétations de ces différents signes. Avec raison, M. Munro estime que si l'on peut y voir, d'une façon très vague et très générale, des symboles religieux, à cause de leur présence sur des tombes, d'autre part, toutes les explications particulières qui ont été proposées sont prématurées et purement conjecturales.

A l'âge du fer, surtout dans la dernière période celtique, l'art écossais s'affine de plus en plus et présente de superbes spécimens, tels que le casque trouvé à Torri, les riches épées de l'Ayrshire et le mors de Birrenswark. L'émail fait son apparition, et le plus bel ouvrage que l'on ait retrouvé en Écosse de cette industrie et de cette époque est la patère de Linlithgowshire. M. Munro décrit aussi d'élégants colliers et de gracieux bracelets, ainsi que des fibules aux formes les plus variées. Il y a aussi, de cette même période, des miroirs en bronze très ornés, des vases et des balles en fer dans le genre de celles en pierre décrites plus haut.

M. Munro attribue le développement de l'industrie de l'âge du fer en Écosse, en partie à des tribus gauloises immigrées antérieurement à la conquête romaine, en partie aux Romains eux-mêmes, et pour une troisième part à des rapports commerciaux et sociaux avec d'autres peuples, sans immigration de race nouvelle.

L'homme de la préhistoire se montre partout — les monuments qu'il a laissés en font foi — préoccupé de la vie future. Dans son travail, M. Munro ne pouvait négliger ce point de vue, d'autant plus que les premiers habitants de l'Écosse ont eu, autant et plus que d'autres, un soin extraordinaire de leurs défunts. L'auteur commence par décrire longuement les monuments funéraires qui demeurent sur le sol de l'Écosse aux époques préhistoriques. Ce sont les cistes d'Achnacree, de Largie, de Ballymenach, de Kilmartin et de Caithness, les tombes des îles Orkney, de Stennis et de Maeshowe, les chambres sépulcrales de Quanterness, Wideford, Pape Westray, Quoynss et de l'île de Sanday, les cimetières de l'âge du bronze à Kirkpark et Magdalen Bridge.

On a constaté en Écosse, pour ce qui concerne les rites funéraires, la double pratique de l'inhumation et de la crémation. Lorsque les corps ont été incinérés, on garde les cendres dans des urnes. Les tombes des anciens Écossais sont garnies de diverses sortes de vases, en nombre très respectable. Ce sont évidemment des récipients qui ont contenu de la nourriture ou de la boisson destinée au défunt. On plaçait aussi à ses côtés ses armes et divers ornements.

M. Munro a remarqué que les sépultures préhistoriques de l'Écosse explorées jusqu'à ce jour, datent presque toutes de l'introduction du bronze. Car la série de chambres sépulcrales qui s'étend à travers les comtés d'Argyll, Inverness, Sutherland jusqu'aux îles Orkney, ne couvre pas une aire assez étendue pour pouvoir représenter en Écosse l'ensemble des sépultures de l'âge de la pierre. Il est à remarquer que l'Écosse ne possède pas de dolmens, alors qu'ils abondent en Irlande et en Angleterre.

Au chapitre IX de son livre, M. Munro décrit la vie matérielle et sociale des anciens Écossais, à l'époque préhistorique. Il s'occupe d'abord de leur habitation, mais toutefois ne fournit à cet égard que des indications assez maigres. Les crannoges ont livré des restes de huttes en bois, qui ont permis de reconstituer le type de la maison écossaise primitive. Plus tard, s'élèvent des constructions en pierres grossièrement superposées, qui affectent une forme circulaire ressemblant à une ruche d'abeilles. L'air et la lumière ne pénètrent que par une seule ouverture, qui sert en même temps de fenêtre et de porte d'entrée. Souvent, ces maisons sont distribuées en plusieurs pièces, placées de part et d'autre d'une galerie ou passage.

On trouve aussi, en très grand nombre, des demeures souterraines. Ce sont de longues et étroites galeries, aboutissant à des chambres, le plus souvent circulaires ou ovales, et dont la partie supérieure est creusée en forme de dôme. Les archéologues sont d'avis que ces caves appartenaient jadis à des habitations élevées à la surface, mais dont les matériaux de construction ont disparu sous les coups du temps ou par suite des exigences de la culture du sol. Cette hypothèse semble confirmée, dit M. Munro, par ce fait que ces maisons souterraines ne sont jamais isolées, mais se présentent par groupes de cinq ou de six. J'avoue ne point saisir la force probante de cet argument.

Passant à d'autres manifestations de la civilisation écossaise primitive, M. Munro nous parle ensuite des barques. Il décrit la

construction très spéciale d'un de ces canots appelés *currach ;* c'est une sorte de panier recouvert de peaux. Ces barques, bien que fort anciennes et remontant aux époques les plus reculées de la préhistoire, sont demeurées longtemps en usage. On rapporte qu'au siècle dernier encore on les voyait naviguer sur la rivière de la Spey.

Est-il possible de reconstituer quelques-unes des conditions légales de la vie des anciens Écossais ? On ne possède à cet égard que des données très fragmentaires ; il est cependant assez probable que le peuple, dès les temps les plus reculés, était gouverné par des lois émanées de quelque autorité centrale. Voici certains faits qui autorisent cette conclusion : l'honneur accordé aux personnages de distinction pour leur sépulture par la construction de tombes destinées à être perpétuelles ; la persistance de ces rites religieux durant plusieurs siècles ; les indices de relations commerciales établies avec des pays lointains , l'adoption du principe de la division du travail dans l'exercice de plusieurs industries et la distribution, à travers la région, de forts, de camps ou d'autres retranchements.

Avec M. Munro, nous allons jeter un coup d'œil sur ce genre de travaux de défense. Pasteurs et chasseurs, les premiers habitants de l'Écosse se contentèrent d'abord des abris naturels que leur offrait la contrée ; mais, à mesure que les familles et les clans se multiplièrent, ils durent songer à défendre les communautés naissantes contre les attaques de rivaux et d'ennemis. On a retrouvé en Écosse sur divers points du territoire, soit des enclos fortifiés par des remparts en terre ou en pierre, soit des monticules de terre entourés d'une terrasse, soit des forts bâtis en pierre, généralement élevés sur des éminences, de façon à commander au pays environnant. Ces monuments de défense ne sont pas répartis uniformément à travers la contrée : certaines parties de la région en sont abondamment couvertes, d'autres n'en ont point du tout. Fort variables aussi sont les dimensions de ces ouvrages de défense ; elles dépendent fréquemment de la configuration naturelle du terrain sur lequel s'élèvent les fortifications.

Y a-t-il quelque indice pour attribuer ces divers ouvrages de défense respectivement aux diverses populations qui se sont succédé sur le sol de l'Écosse, Pictes, Calédoniens, Romains, Danois, Anglo-Saxons, Scandinaves ? M. Munro n'en connaît point. Le cours du temps a ramené la plupart de ces fortifications à l'aspect uniforme de ruines, et il ne semble pas possible

de leur restituer l'apparence primitive que leur avait donnée le peuple qui les dressa. Toutefois, la grande majorité des camps écossais étant de forme circulaire ou ovale, et les Romains donnant à leurs retranchements la forme carrée ou rectangulaire, il en résulte que l'on n'est guère induit à retrouver des restes d'ouvrages de défense romains.

Sous les noms de *mote* ou *moat, burh, dun, rath, lis, caer,* dont l'étymologie ne connaît plus le sens original, l'Écosse garde aujourd'hui encore les ruines de plus d'un millier d'ouvrages de fortification. On trouvera dans le livre de M. Munro la nomenclature et la description d'un très grand nombre d'entre eux. Pour quelques-uns de ces forts élevés sur des collines, une particularité étrange est signalée. Leurs remparts sont vitrifiés, c'est-à-dire entourés d'une masse compacte de verre fondu au feu. Sur les procédés mis en œuvre pour produire ce résultat, M. Munro discute les diverses hypothèses qui ont été émises. Pour lui, la vitrification s'opérait par l'application d'un intense foyer, alors que les remparts étaient entièrement construits. Cette opinion semble, en effet, plus plausible que celle qui conclut à l'apport de matériaux vitrifiés ou calcinés d'avance. On a retrouvé en Écosse cinq de ces forts vitrifiés, quatre à Londonderry et un à Cavan. On a, d'ailleurs, constaté le même procédé dans la Grande-Bretagne, en Normandie, en Saxe, en Bohême, en Silésie, dans la forêt thuringienne et dans la région rhénane.

Les tours massives, appelées *Brochs*, sont très nombreuses en Écosse ; on en compte environ quatre cents dans les comtés de Caithness, Sutherland, Ross, Inverness, Argyll, les îles Orkney, Shetland, Bute et quelques-unes des Hébrides. Ces tours sont construites sur un plan absolument uniforme. En fouillant leurs ruines, on y a toujours trouvé abondante moisson d'objets de toutes sortes, beaucoup de pièces en silex, quelques instruments en bronze et en fer et de la poterie. Nombreux aussi sont les débris d'animaux.

On a beaucoup discuté sur le caractère ethnique du peuple qui a élevé les *Brochs* écossais. Deux opinions principales ont été produites. Les uns attribuent la construction de ces tours aux Pictes, race celtique, qui habita le pays depuis les temps les plus reculés auxquels remontent l'histoire et la tradition. D'autres y voient l'œuvre des Norwégiens qui s'établirent en Ecosse et dans les îles, vers le VIIIe siècle après J.-C., et finirent par extirper les occupants d'origine celtique. Les deux tenants les plus en vue

de ces opinions sont M. James Fergusson (1), qui conclut en faveur des Norwégiens, et M. Joseph Anderson, qui défend l'origine celtique des *Brochs* (2).

M. Munro se rallie à cette dernière opinion, surtout à cause des quatre arguments que voici : les caractères de la construction s'accordent davantage avec les procédés des Celtes et ont moins de rapports avec l'architectonique des Norwégiens ; puis la distribution géographique des *Brochs* implique plutôt une origine indigène et ne concorde guère avec la marche des migrations norwégiennes ; en outre, les restes des tombeaux norwégiens de la période des Vikings en Écosse sont absolument semblables à ceux de la même époque en Norwège, et diffèrent au contraire essentiellement des ruines celtiques avec lesquelles ils se trouvent associés en certains endroits ; enfin, le *facies* général des instruments trouvés dans les *Brochs* est bien celui des objets qui caractérisent la période post-romaine de l'Écosse celtique, et cela suffit à écarter l'hypothèse que leurs possesseurs étaient des Norwégiens.

L'Écosse est le pays des lacs, et ce souvenir est l'un de ceux qui la dépeignent dans l'esprit du touriste. On est, dès lors, fondé à penser qu'en Écosse, comme en Suisse, la civilisation lacustre a eu sa période d'efflorescence. M. Munro, qui a écrit un gros et beau volume sur les cités lacustres de l'Europe (3), ne pouvait manquer de nous donner, dans un livre sur l'Écosse préhistorique, un chapitre sur les palafittes écossaises. Toutefois, le développement des établissements lacustres a été, en Écosse, moins important qu'on pourrait le croire à première vue, et la Suisse garde, à cet égard, la valeur d'un document de premier ordre. Il importe toutefois de constater que l'Écosse a fourni quelques types de cités lacustres élevées au bord de la mer, comme celles que l'on voit encore de nos jours dans le golfe de Venezuela, à Bornéo, dans la Nouvelle-Guinée et à Singapore.

Le dernier chapitre du livre de M. Munro est intitulé *Ethnology*, et il était certes attendu, non sans quelque impatience, par le lecteur qui, après avoir été conduit pas à pas à travers toutes les phases de la civilisation préhistorique de l'Écosse, désirait enfin avoir ses idées fixées sur le caractère ethnique des anciens occupants de cette région extrême de l'Europe occidentale.

(1) *The Brochs and the Rude Stone Monuments of the Orkney Islands*, London, 1877.

(2) PROCEED. OF SOC. ANTIQ. SCOT., t. XII, pp. 314-356.

(3) *The Lake-dwellings of Europe*. London, 1890.

A ce sujet, M. Munro rappelle d'abord le chapitre XI de l'histoire d'Agricola par Tacite. L'écrivain latin distingue, dans la Grande-Bretagne, deux peuples différents, les Calédoniens, auxquels il assigne une origine germanique, et les Silures, qu'il rattache à l'Espagne. Comme le remarque fort justement M. Munro, nous ne pouvons pas nous contenter d'un résultat si sommaire.

Plusieurs anthropologistes se sont déjà occupés de l'ethnologie de l'Écosse, et M. Munro rappelle les travaux de M. Daniel Wilson en 1850, et ceux parus plus tard de MM. Bateman, Thurnam, Davis, Greenwell, Rolleston, Garson, Mortimer, Turner et Anderson. L'auteur ne s'est pas contenté d'accepter les résultats des recherches de ses devanciers, il a essayé d'en contrôler les conclusions par les données générales de l'ethnographie préhistorique de l'Europe.

Je ne sais pas si la question spéciale de l'ethnologie de l'Écosse est rendue plus claire par cet apport considérable de données un peu hétérogènes; et après avoir achevé la lecture du paragraphe où M. Munro a fait appel à la crâniologie pour élucider le problème des races préhistoriques de l'Écosse, on demeure assez perplexe sur la formule précise à donner de la solution.

La section suivante de l'ouvrage de M. Munro appuie cette conclusion sur les faits anthropologiques. Sous cette rubrique, l'auteur résume les données générales qui ressortent de la philologie aryenne : il insiste à nouveau sur la question des rites funéraires. En tout ceci, il faut bien le redire, l'Écosse ne tient guère de place. D'ailleurs, M. Munro ne se fait pas grande illusion sur l'appoint que ces considérations apportent au sujet spécial de l'ethnologie écossaise, et il n'hésite pas à avouer que l'abondance des matériaux accumulés de toutes parts ne fournit pas encore de construction absolument satisfaisante.

Quoi qu'il en soit, voici comment l'auteur croit pouvoir formuler les conclusions d'ensemble qui, dans l'état actuel de la science préhistorique, peuvent être admises au sujet des populations primitives de l'Écosse. A l'époque néolithique, le pays est occupé par des immigrants venus du continent, qui était probablement encore à cette époque relié à la Grande-Bretagne. Ces premiers tenants du sol étaient de petite taille, fortement musclés ; ils avaient les cheveux et les yeux noirs, étaient dolichocéphales et pratiquaient l'inhumation. Puis est arrivée une race de brachycéphales; elle apporte le bronze, et le rite funéraire qu'elle emploie le plus fréquemment est celui de la crémation. Avec

cette nouvelle population, M. Munro croit avoir affaire au rameau des Aryas, connu sous le nom de Celtes. Une troisième invasion de la civilisation occidentale correspond à la période continentale de La Tène, M. Munro y voit les *Galli* des écrivains classiques ou *Belgae* de César. Toutefois, ces tribus ne semblent pas avoir pénétré jusqu'au nord ni à l'ouest de l'Écosse. Ce sont peut-être aussi les peuples que Tacite nomme les Calédoniens.

Au point de vue linguistique, il y avait lors de l'occupation romaine, en Grande-Bretagne, deux dialectes distincts, le gaélique et le cymrique. Le premier de ces dialectes a survécu en Écosse chez les Highlanders. Cependant, on a constaté la présence des restes d'une langue antérieure à celle des Celtes. Au VIe siècle de l'ère chrétienne, Columba doit s'adresser par interprète aux sujets de Brude, roi des Pictes. M. Munro — et il a raison — n'attache point à ce fait l'importance qu'on lui a donnée. Il n'y trouve pas la preuve que l'idiome des Pictes descendait du langage préceltique ou euskarien, mais plutôt un indice qu'entre la langue celtique de Columba et celle des Pictes septentrionaux, il pouvait exister des divergences dialectales assez considérables pour exiger l'emploi d'un interprète.

Avec la conquête romaine, l'Écosse entre dans la période de l'histoire, et M. Munro n'a plus à définir l'influence exercée postérieurement par les Romains, les Anglo-Saxons et d'autres peuples sur l'ethnologie de l'Écosse.

En terminant, l'auteur remarque que bon nombre d'Écossais de ce siècle ont dans les veines plus de sang teutonique que de globules préceltiques ou celtiques. Il console ceux que pareille constatation pourrait offusquer par la juste pensée, quelquefois méconnue, qu'aucune combinaison spéciale de caractères de races n'a jamais assuré à ceux qui les possédaient le monopole de l'intelligence ou de la vertu.

Nous avons résumé, aussi fidèlement que possible, l'ouvrage de M. Munro, et indiqué le détail des principales questions qui y sont traitées; mais nous ne prendrons pas congé de l'auteur, sans essayer de traduire d'une façon générale l'excellente impression que son livre nous laisse.

M. Munro est l'un des maîtres écoutés de la science préhistorique. Le nouvel ouvrage qu'il vient de faire paraître, gardera à son auteur tout le bon renom dont il jouit déjà, si toutefois il n'est point destiné à l'augmenter encore. Ce qui frappe dans l'œuvre de M. Munro, c'est l'excellence de la méthode qu'il emploie. Pas de théories aventureuses, rien de ces constructions

fantaisistes qui ne reposent sur aucune donnée ou sur des bases mal assises d'une déplorable fragilité. S'il y avait un reproche à faire à l'auteur, ce serait d'user avec trop de parcimonie de la synthèse et de présenter trop rarement des vues d'ensemble. Mais, quand d'autre part on songe aux fréquents abus où sont tombés sous ce rapport certains écrivains qui se sont occupés de préhistoire, on saura gré à M. Munro d'avoir si hautement affirmé l'intention de ne présenter aucune conclusion qui ne soit étayée par des faits et de dédaigner l'hypothèse facile et la conjecture branlante.

Nous devons aussi louer chez M. Munro une remarquable clarté d'exposition. Elle résulte en lui de la profonde érudition qu'il possède du sujet traité par lui. On sent que l'auteur parle de ce qu'il a vu, et que ses descriptions ne sont pas empruntées, mais procèdent d'un témoin oculaire.

L'ouvrage de M. Munro sur l'Écosse préhistorique est richement et copieusement illustré ; il y a 262 gravures dans le texte et dix-huit planches hors texte. On comprend ce que pareille documentation ajoute de clarté aux considérations de l'auteur, et l'éditeur fournit ce beau volume à un prix (sept shellings) auquel la librairie anglaise ne nous a guère accoutumés. Un index alphabétique de plus de quatorze pages, petit texte à deux colonnes, permet de retrouver très aisément et très rapidement dans le volume les détails si nombreux qui y sont signalés.

En un mot, l'ouvrage de M. Munro a sa place marquée dans la bibliothèque de tous ceux qui s'occupent de la préhistoire ou qui s'intéressent aux résultats de cette science, et il sera pour tous ceux qui veulent traiter un sujet analogue, un modèle qu'on ne saurait trop s'attacher à suivre de près.

J. VAN DEN GHEYN, S. J.

X

LA CÉRAMIQUE ANCIENNE ET MODERNE, par E. GUIGNET, Directeur des Teintures aux Manufactures nationales des Gobelins et de Beauvais, et ÉDOUARD GARNIER, Conservateur du Musée de la Manufacture nationale de Sèvres. In-8° cartonné toile de 313 pages ; avec 69 gravures dans le texte et la reproduction des principales marques de fabrique. — Paris, Alcan, 1899.

Il est des branches de l'activité et du savoir humains qui appartiennent à la fois au domaine de la science et au domaine de l'art, l'*Art* étant pris ici dans son sens esthétique, *de bonis artibus*, et *la science* comprenant, en outre de la théorie, les applications industrielles. Et suivant que l'œuvre de l'artisan (1) s'élèvera jusqu'au beau idéal ou restera dans les strictes limites du calcul ou de l'application exclusivement utilitaire, elle sera classée parmi les œuvres d'art ou parmi les produits purement industriels. Ainsi, en architecture, nos magnifiques cathédrales sont et seront toujours et avant tout des œuvres d'art, bien que leurs auteurs aient dû, pour les construire, appliquer des connaissances scientifiques étendues ; tandis que la Tour Eiffel, par exemple, cette grande bouteille à claire-voie qui n'a rien de commun avec l'esthétique, ne sera jamais considérée — quoique dénotant une habileté professionnelle de premier ordre — comme une œuvre artistique.

La Céramique appartient, comme l'Architecture, qui d'ailleurs lui emprunte souvent son concours, à ce domaine mixte de l'art et de la science. La chimie, la géométrie, la mécanique ont une part importante en toute production de l'art du potier ; et l'archéologie historique ou même préhistorique revendique une part dans tout exposé de cette branche de l'activité humaine.

Le livre dont nous avons à nous occuper ici, est plutôt la réunion de deux ouvrages qu'un travail unique. Il est, en effet, composé de deux parties dues chacune à un auteur différent : la *Fabrication* des produits céramiques due à M. Guignet, et l'*Histoire de la Céramique* due à M. Édouard Garnier.

Nous examinerons séparément chacune de ces deux œuvres.

I. Le traité de la Fabrication est essentiellement didactique et pratique. L'auteur s'occupe d'abord des matières premières : *les argiles :* kaolin ($Al^2 O^3$, 2 $Si O^2 + 2 H^2 O$) ou terre à porcelaine, terre de pipe, figulines, marnes, et leur préparation ; — les matières dégraissantes ; — les *verres*, base des vernis, des couvertes, des émaux (verres à vitres, crown-glass, flint-glass, verres à bouteilles) ; — *couleurs vitrifiables*, proportion des

(1) Le mot *artisan* doit être pris ici dans l'acception très large, s'appliquant aussi bien à l'artiste qu'à l'industriel ou au simple ouvrier.

On exposait une peinture
Où l'*artisan* avait tracé
Un lion d'immense stature, etc.

a dit La Fontaine dans *Le lion abattu par l'homme.*

éléments à utiliser, emploi des moufles ; *engobes* appliquées sur les pièces céramiques à l'aide d'un fondant ; *barbotines*.

L'emploi, l'application de ces diverses matières aux différentes natures d'objets qu'on leur fait produire, forme le sujet de la suite du travail de M. Guignet. La céramique ou fabrication d'objets ayant la terre pour matière principale, n'est pas toujours exclusivement artistique ; elle a aussi des applications plus modestes ; les tuyaux de drainage et de conduite d'eaux, les briques à bâtir, les tuiles, sont aussi de son domaine. Mais la même terre qui sert à fabriquer ces produits utilitaires, sert aussi à la statuaire qui en moule ces statuettes, ces figurines, ces groupes de couleur brun-rouge appelés *terres cuites*, du nom de la matière dont ils sont formés. Elle sert aussi à la poterie ; et le potier, avec quelques poignées de terre glaise et à l'aide du tour, sait former une infinité de vases qui, avant même leur revêtement par l'émail ou l'engobe, ont déjà, par la variété de leurs formes, un cachet artistique. Bien mieux, la brique elle-même, décorée par l'émail et des dessins au brillant coloris, devient un ornement architectural d'une grande richesse.

Les oxydes de plomb (litharge, minium), de cuivre et de zinc, parfois le sulfure de plomb sont employés pour la fabrication des vernis diversement colorés dont on enduit les poteries. Dès la plus haute antiquité, les Orientaux (Égyptiens, Assyriens, Iraniens, Chinois) ont fabriqué des poteries vernies. Les faïences d'art magnifiques qui ont à jamais illustré le nom de Bernard Palissy ne diffèrent pas, comme matière, de la poterie commune ; le grand céramiste n'a jamais employé l'émail blanc ni les autres émaux opaques, qu'il ne connaissait pas et dont il a cherché en vain à pénétrer le secret connu et jalousement gardé par les céramistes italiens. C'est avec des couvertes transparentes, bien que diversement colorées, qu'il a réalisé ses chefs-d'œuvre.

Nous n'entrerons pas dans le détail de la composition des diverses terres à faïence, à grès fins et communs, à porcelaines de différentes sortes, ni dans le détail de leur fabrication ou dans la description des appareils de plus en plus perfectionnés servant à la cuisson des pièces céramiques une fois préparées. Ce serait refaire l'œuvre de M. Guignet, ce qui ne pourrait que lui faire tort, car elle ne saurait être plus claire et plus pratiquement méthodique.

II. La seconde partie de la *Céramique ancienne et moderne* est surtout historique; mais elle est en même temps archéologique, puisque l'histoire de plusieurs des branches de cet art

et de cette industrie — la céramique est l'un et l'autre — remonte aux temps préhistoriques.

C'est en effet aux âges néolithiques ou de la pierre polie, que le travail du potier laisse pour la première fois des traces. Nul n'ignore les merveilleuses richesses en objets de céramique néolithique découvertes en Espagne par MM. Siret, ingénieurs belges. L'ouvrage de M. Édouard Garnier signale d'autres trouvailles faites dans les cavernes quaternaires de France et de Belgique. Dans un art déjà beaucoup plus relevé, l'archéologie a mis au jour les briques émaillées recueillies dans les ruines de Ninive et de Babylone. Les bibliothèques cunéiformes, reconstituées par nos savants et sagaces orientalistes, et composées de cylindres, de prismes et de tablettes en terre cuite, relèvent aussi de l'art de la poterie. Non seulement la Chaldée et l'Assyrie, mais l'Égypte, la Perse antique, la Phénicie, la Grèce et ses colonies, l'Étrurie, la Campanie, plus tard l'Empire romain et la Gaule, offrent de précieux éléments à la science de l'archéologie céramique, retracés avec figures à l'appui dans le travail de notre auteur.

Le plan qu'il a suivi est celui-ci :

Il partage les produits de l'art en cinq catégories : 1° Les poteries *mates*, décorées ou non, soit par polissage, soit par des engobes terreuses, soit par une sorte de vernis silico-alcalin extrêmement mince; 2° les poteries vernissées et les *grès*, surnommés *cérames*, par Brongniart, pour les distinguer des grès naturels ou minéralogiques, les unes et les autres recouvertes de vernis à base de plomb; 3° les poteries émaillées ou *faïences*, dont le vernis opaque, à base d'étain, masque la couleur de la terre; 4° les *faïences* dites *fines* dont la matière première est une argile blanche appelée *terre de pipe;* elles sont recouvertes d'un vernis transparent; 5° enfin la porcelaine, ou, plus exactement, *les porcelaines :* de Chine, tendre ou française, et porcelaine dure d'Europe.

Reprenant ensuite séparément chacune de ces cinq catégories, il en retrace l'historique à partir de son origine jusqu'à nos jours.

Ce sont les poteries de la première catégorie dont l'origine est la plus lointaine. Elle remonte, nous l'avons vu, à la période néolithique des âges quaternaires et s'étend jusqu'à la période gallo-romaine. Elle ne sort donc pas du domaine de l'archéologie.

Dans la seconde catégorie, on ne possède des temps anciens que des spécimens très rares, à la suite desquels l'art de ver-

nisser les poteries semble s'être perdu; et ce n'est qu'à partir du XIIe siècle qu'on le voit reparaître d'une manière générale et durable, puis se développer et se perfectionner dans la suite des temps.

Les faïences émaillées remontent à la plus haute antiquité, puisque Babylone, Ninive, l'ancienne Susiane en ont fourni à nos récents explorateurs des spécimens remarquables; et cet art, qui ne s'est jamais perdu, a surtout jeté un vif éclat durant le moyen âge et la Renaissance, tant en Italie qu'en Espagne, en Allemagne et en France.

La quatrième catégorie établit une sorte de transition entre la faïence et la porcelaine. Les *faïences fines* ou *terres de pipe* sont formées d'une pâte blanche, opaque, dure et sonore que recouvre un vernis cristallin généralement plombifère. Celle de France, qui est la *terre de pipe* proprement dite, contient de la chaux et quelque peu de fritte alcaline qui la rend fusible à haute température; la faïence anglaise, appelée aussi *cailloutage*, beaucoup plus dure que la française, est formée d'un mélange intime d'argile plastique et de quartz. Enfin une troisième variété de faïence, appelée *feldspathique* ou *fine dure* et qui contient une certaine proportion de kaolin, est plutôt une sorte de porcelaine, *iron-stone*, qu'une faïence proprement dite. Ainsi s'établit la transition indiquée plus haut.

L'histoire de la porcelaine a ses débuts en Chine et au Japon, et à des époques mal déterminées. Faut-il remonter à 2000 ans ou seulement à deux siècles avant l'ère chrétienne, pour fixer en Chine la date de ses origines ? Ce qu'il y a de certain, c'est que ce que l'on peut savoir de vraiment historique et de non légendaire à cet égard, ne remonte pas plus haut que le XIVe siècle et que la dynastie des Ming; la plus belle époque de sa fabrication correspondrait à la seconde moitié du XVe siècle.

L' " industrie de la terre ", pour employer l'expression même de M. Garnier, a des origines historiquement beaucoup plus anciennes au Japon, puisqu'il y existait des fabriques de poteries dès le VIIe siècle avant notre ère. Mais c'est aux Chinois que les Japonais auraient emprunté l'art de faire de la porcelaine, et seulement aux débuts du XVIe siècle.

C'est seulement au cours de ce dernier siècle que des essais dans cet art furent tentés en Europe. Les Vénitiens, plus tard les Romagnols (Ferrare) et enfin les Florentins, ces derniers surtout, stimulés par le grand-duc de Toscane François de Médicis, se livrèrent à des recherches qui leur permirent de produire des

pièces translucides dont la couverte vitreuse était décorée d'ornements dans le style oriental, en camaïeu bleu parfois rehaussé de manganèse. Très supérieures aux autres produits de l'art céramique de l'époque, ces pièces étaient encore bien loin, quant à la finesse et à la blancheur de la pâte, des poteries d'Orient.

Mais un siècle plus tard, Rouen, Saint-Cloud, Vincennes, Paris, Lille, Chantilly, virent s'élever des manufactures de porcelaine dont l'aspect pouvait soutenir la comparaison avec celles de la Chine et du Japon, bien que toutefois de qualité inférieure, la pâte en étant trop tendre et la couverte facilement fusible.

C'est à Meissen, en Saxe, qu'un alchimiste, Boettger, à la recherche de la pierre philosophale, se construisit un creuset avec une argile extrêmement fine, d'une belle couleur rouge, et fut amené ainsi à fabriquer aussi des poteries imitant d'une manière parfaite les *boccaros* chinois, alors très recherchés. Ce fut le point de départ de la brillante industrie artistique des porcelaines de Saxe dont le renom dure toujours.

Sèvres, en France, ne resta pas en arrière, et sa réputation est trop bien établie pour qu'il soit nécessaire d'y insister.

Bien d'autres manufactures, en Belgique, en Prusse, en Autriche, en Bavière, en Suisse, en Espagne, en Angleterre même (pays, il est vrai, réfractaire à l'art, mais si pratique et si industriel!) se sont établies et ont eu des périodes prospères.

Aujourd'hui, en Europe, les fabriques de porcelaine, comme d'ailleurs de tous autres produits céramiques, arrivent à réaliser des pièces artistiques de toute destination et de toute forme, qui ne le cèdent en rien aux chefs-d'œuvre les plus appréciés des grandes époques de l'art.

Il n'en saurait être autrement en un temps de progrès scientifiques incessants en une branche des beaux-arts qui puise toute sa sève et tous ses moyens d'action dans les découvertes mêmes de la science.

Ne terminons pas cette notice, sans signaler les nombreux dessins qui parsèment ce livre et dont la plupart sont la copie de pièces conservées au Musée de Sèvres. Il faut regretter seulement — et c'est grand dommage — que quelques groupes comme la *Nourrice*, d'Avon, *Renaud et Armide*, de Lunéville, la *Vierge bouddhique*, par exemple, ne soient pas très nettement sortis à la gravure, ce qui en rend l'aspect un peu confus. Léger défaut d'un livre, bien composé et d'un sérieux intérêt.

JEAN D'ESTIENNE.

XI

DOCTRINES ET PROBLÈMES, par le P. LUC. ROURE, S. J. Un vol. in-8° de 525 pages. — Paris, Retaux, 1900.

Ce livre est la réunion d'articles parus dans la revue parisienne les ÉTUDES, où l'auteur remplit avec distinction le rôle de critique et de chroniqueur philosophique. De par son but et son origine, il touche à beaucoup de choses, plus encore que n'en promet son titre : cartésianisme, philosophie positive, évolution, agnosticisme et criticisme, monisme dernière mode, statistique criminelle, psychologie expérimentale, ethnographie philosophique, etc., sans compter plusieurs chapitres de philosophie religieuse ou de biographie. Une telle variété est d'ailleurs un mérite, dans une série d'études détachées, lorsqu'elles se rejoignent et s'harmonisent par une aussi parfaite unité de méthode et d'idées fondamentales que dans le livre du P. Roure.

Cette méthode et ces principes sont ceux des vieilles doctrines spiritualistes et scolastiques. Mais pour être fort respectueuse de la tradition, la philosophie du P. Roure n'en est pas moins accueillante au vrai progrès, ouverte aux applications nouvelles, et consciente du travail qui reste à faire. Si elle a souvent l'occasion de protester contre certaines innovations, à qui la faute ? Elle ne contredit qu'à bon escient et sur des raisons qu'on peut toujours comprendre : mérite qui n'est point banal parmi le monde de la spéculation et des systèmes. Le livre du P. Roure est écrit dans une langue claire, didactique, qui ne dédaigne pas les explications élémentaires et les donne avec une facilité ductile et fluide, plus soucieuse de dire juste que pressée d'arriver. Peut-être l'auteur a-t-il redouté, plus que de raison, le danger de paraître abstrus et hérissé. Tout appareil technique a été scrupuleusement exclu. L'information bibliographique, très sobre, est réduite, sauf quelques traités latins, aux ouvrages rédigés ou traduits en français. Dans un livre qui veut être une sorte d'introduction à la philosophie contemporaine, c'est une lacune. Il semble que l'auteur s'en soit fait une question de principe. Il dit quelque part (p. 43) qu'un livre allemand est surtout dans les notes. Soit ! Le tout est de voir comment les notes tiennent au texte qu'elles expliquent ; mais l'érudition plaquée et postiche n'empêche pas qu'il y en ait une bonne. Telle serait certainement

celle du P. Roure, si la crainte de paraître pédantesque lui permettait de se montrer. Que ne brave-t-elle cette crainte ! Je suis sûr qu'on lui en saurait gré parmi les lecteurs qui aiment à se rendre compte des chemins par où on les mène. — Y en a-t-il encore d'autres qui lisent des livres de philosophie sérieuse en 525 pages ? — En bien des cas, une assertion n'a de prix que par la référence dont elle est pourvue. Ainsi, on aimerait à savoir (p. 498) quel retardataire a ressuscité certaine théorie naïve de la ramification des langues, jadis bien tuée par Whitney et dont " *les* linguistes „ sont aujourd'hui aussi innocents que *les* philosophes, des " doctrines „ réfutées par le P. Roure.

Pour une raison analogue, l'auteur s'est abstenu de rattacher les systèmes qu'il critique à leurs ascendants et à leur parenté. Je ne sais si cette simplification est heureuse. La réfutation, d'abord, y perd. Tant de soi-disant penseurs se jettent dans l'excentricité par dessein formé d'être étonnants, qu'on leur doit le châtiment de montrer que leur originalité a, malgré tout, un air de choses connues. Ainsi, les idées-forces de M. Fouillée semblent bien n'être, au fond, qu'un avatar des théories d'E. von Hartmann, rajeunies elles-mêmes de Schopenhauer. — Ensuite, la tératologie est une science comparée, et gagne à être traitée comme telle. L'extravagance a aussi ses traditions, et bien des systèmes ne deviennent complètement compréhensibles que rapprochés des erreurs sur lesquelles ils repassent ou renchérissent.

Si nous nous permettons de formuler ces *desiderata*, c'est que le P. Roure promet une suite à cette première série d'études et qu'il ne tient qu'à lui d'y ménager une belle gradation d'intérêt et de valeur. Personne ne lira sans plaisir et profit, dans son présent livre, les chapitres où il discute les principes ou les applications de la méthode positive. Signalons en particulier ch. II *(Auguste Comte)* pp. 30-44 ; IIIe partie, ch. XIV *(altération de la personnalité)*, pp. 426-480; ch. XII *(Le développement de la spontanéité chez l'enfant)* en entier. — Certains savants, s'ils consentaient à lire ces fines et fermes analyses, y verraient comment, faute d'avoir cultivé le raisonnement spéculatif, ils interprètent déjà les faits lorsqu'ils croient se borner à les décrire. Ils comprendraient que cette métaphysique, dont ils se rient et qu'ils conspuent, leur serait pourtant bien nécessaire pour mesurer au juste le contenu d'une assertion ou la portée d'une expérience, et que d'ailleurs ils en font sans le vouloir,

n'ayant le choix que de pratiquer la bonne ou la mauvaise (1). Le P. Roure est en état de leur apprendre à en faire de très bonne. C'est ce qui nous porte à souhaiter qu'il relève encore de quelques degrés le niveau de sa vulgarisation.

.L .S

XII

La Faillite du Matérialisme. I. *De Lucrèce à nos jours*, par P. Courbet.

La Faillite du Matérialisme. II. *Les phénomènes physiques :* L'Atome. — Les Gaz. — La Chaleur et l'Énergie, par le même.

La Faillite du Matérialisme. III. *L'éther, l'attraction et la pesanteur. Conclusion*, par le même. Trois vol. in-8° de 59, 62 et 64 pages (de la collection Science et Religion, *Études pour le temps présent*). — Paris, Bloud et Barral, 1890.

Beaucoup de science, passablement d'érudition et une part de saine philosophie sont contenus dans ces trois opuscules. Un zèle ardent et éclairé pour la défense de la Vérité s'y respire à chaque page. Est-ce à dire que tous les arguments de l'auteur ne laissent prise à aucune discussion, à aucun examen critique ? Le prétendre serait aller trop loin. Mais la discussion ici ne peut être que bienveillante et amicale de part et d'autre.

I. L'auteur, dans son Introduction, fait d'abord justice de cette conception de la science consistant uniquement à recueillir, collectionner et classer des faits, sans y chercher autre chose que des applications utilitaires. La vraie science cherche les lois, les origines, les principes et leurs conséquences et vise à remonter aux causes. Sur ce point, nous n'avons qu'à donner une adhésion pleine et entière au judicieux auteur.

Après avoir résumé à grands traits l'histoire de la science (ou, plus exactement peut-être, de la philosophie de la science) à partir de Démocrite et d'Épicure dont le matérialisme fut popularisé par Lucrèce, jusqu'à Descartes, Newton et enfin Fresnel et Faraday, Pierre Courbet définit ce qu'il appelle le

(1) Cfr. Sully Prudhomme, Revue scientifique, 9 déc. 1899, p. 739.

matérialisme scientifique qu'il distingue essentiellement du *matérialisme philosophique*, le premier ayant été adopté par des spiritualistes éminents tels, entre autres, que feu le P. Secchi. Mais, suivant lui, ce prétendu matérialisme scientifique, d'après lequel tout, dans l'ordre purement matériel, se ramène à de la matière et à du mouvement, conduirait logiquement et nécessairement au véritable matérialisme, à celui qui est dit (faute d'une qualification plus exacte) philosophique. Prétention discutable, croyons-nous, ou tout au moins beaucoup trop absolue.

Suit le procès en règle du *Cinétisme*, appuyé principalement sur les travaux de Hirn, de Helmholtz, de G. W. Ostwald, et en invoquant aussi l'autorité de M. Duhem, pour montrer la réaction qui se fait actuellement, dans le monde de la science, contre le matérialisme tant scientifique que soi-disant philosophique.

Tel est l'objet du premier opuscule.

II. Le second traite, comme le sous-titre l'indique, des phénomènes physiques. Et d'abord de l'*atome*, fondement habituel des théories physiques de nos jours. Or, si plausible que soit l'existence de l'atome, elle n'est qu'une hypothèse. Dès lors, admettant l'atome que personne n'a jamais vu, ni senti, ni touché, de quel droit nier l'âme, l'esprit, qui ne se touche pas, ne se sent pas, ne se voit pas, mais qui, de plus que l'atome, se rend témoignage à soi-même ?

Le mouvement de l'atome est une autre hypothèse, hypothèse moins plausible et péremptoire, d'après notre auteur, que celle de son existence et fort discutée. Mais si l'atome se meut, d'où lui vient le mouvement ? Dire que le mouvement lui est inhérent, c'est formuler une assertion et rien de plus; c'est admettre que le mouvement n'a pas de cause.

Considérons deux atomes isolés dans l'espace, ayant masses égales et se dirigeant l'un contre l'autre suivant une même droite avec des vitesses égales. Au point de rencontre, s'ils ne sont pas doués d'élasticité, leurs mouvements s'annuleront réciproquement et ils resteront en repos. S'ils sont élastiques, ils reprendront leurs mouvements en sens inverse, mais après avoir, durant un instant si court soit-il, été en repos. D'ailleurs, qu'est-ce que l'élasticité ? Une force. Or, les matérialistes repoussent la notion de force, prétendant tout expliquer par le seul mouvement. Mais ce qui précède montre bien que celui-ci n'est pas inhérent à la matière.

Parmi les divers arguments par lesquels l'auteur, arrivé aux

gaz, repousse leur cinétisme, on est surtout frappé de celui-ci : la théorie cinétique exige l'élasticité absolue non seulement des atomes des gaz, mais encore des parois des corps de toute nature que ces atomes peuvent rencontrer. Car si cette élasticité n'était point parfaite, les mouvements des atomes se ralentiraient peu à peu et finiraient par s'éteindre. Or rien, dans la nature, ne réalise une perfection absolue : comment les atomes des gaz feraient-ils exception à cette règle générale ?

L'auteur se fonde ensuite sur les phénomènes de l'irréversibilité pour soutenir, avec M. Henri Poincaré, que la conception purement mécanique de l'univers n'est pas compatible avec la loi de dégradation de l'énergie, d'où il suit que les phénomènes de la chaleur ne peuvent pas s'expliquer uniquement par le jeu de molécules matérielles en mouvement. Ce qui met en contradiction avec les plus récentes conclusions de la science le principe fondamental du matérialisme, à savoir qu'il n'y a dans le monde physique que matière et mouvement.

III. Dans les lignes qui précèdent, nous n'avons guère fait qu'analyser les idées émises, dans les deux premiers volumes de *La faillite du matérialisme*, par notre très savant et très sympathique ami Pierre Courbet.

En parcourant son tome III, il nous sera difficile de ne pas contester quelques-unes de ses conclusions. Pour commencer, nous nous demanderons si ce n'est pas une assertion un peu hasardée de dire que, depuis les travaux de Fresnel, il est *définitivement acquis* à la science que les phénomènes optiques sont dus à un mouvement vibratoire de l'éther ? Avant Fresnel, on considérait aussi la théorie de l'émission comme définitivement acquise à la science. Qui nous garantit que des faits nouveaux dont la découverte serait réservée aux savants de l'avenir, ne fourniront pas des objections, imprévues jusqu'ici, à la théorie des ondulations, et n'obligeront pas à modifier plus ou moins profondément celle-ci ? L'existence même de l'éther, si plausible, si probable, si nécessaire qu'elle soit, est encore une hypothèse ; hypothèse d'une si haute valeur, d'une probabilité si grande qu'elle équivaut à une certitude, nous l'admettons. Mais qu'est-ce que l'éther ?

L'éther est *impondérable*, c'est-à-dire que, par sa nature, il est soustrait aux lois de la pesanteur. Pierre Courbet ajoute qu'il faut le soustraire également aux lois de l'inertie, parce qu'il n'oppose aucune résistance au cours des astres. De ce que l'éther n'est ni *pesant* ni *résistant*, notre auteur conclut que « ce

n'est pas de la matière „. Car, ajoute-t-il, " que serait de la matière qui serait dénuée de ces deux attributs que l'on peut appeler les caractéristiques primordiales de la matière „ ?

Il nous semble que notre savant auteur fait bien bon marché d'une troisième caractéristique de la matière, non moins essentielle, sinon plus, que les deux autres : nous voulons parler de l'*étendue*. Une substance qui est étendue, qui est dans l'espace, fût-elle soustraite aux lois de la pesanteur, voire de l'inertie, par cela seul qu'elle est étendue, appartient à l'ordre matériel : l'immatériel est, par essence, hors de l'espace.

D'après Pierre Courbet, les calculs de Hirn comme ceux de M. Faye " prouvent incontestablement qu'il n'y a pas de milieu *résistant* dans l'espace „. Il en conclut que la force qui tend à produire le mouvement vibratoire lumineux est un agent immatériel, et il estime que si cette force est un agent immatériel, autant admettre que l'éther est lui-même cet agent. De là cette conclusion qu'il est prouvé par l'étude mathématique de la lumière qu'il existe, *dans l'espace* illimité, un agent de relations " dont l'existence est, humainement parlant, certaine „ *et qui cependant ne peut être de la matière*. Donc le matérialisme, qui prétend que la matière seule suffit à tout expliquer dans l'univers physique, est ici encore en contradiction avec les faits.

Nous craignons que l'argument employé ici contre l'erreur matérialiste ne soit pas heureux, et qu'il n'y ait, en cette circonstance, confusion entre le sens métaphorique et le sens réel du mot *immatériel*. Cette expression s'entend souvent, dans le langage ordinaire, au sens de *subtil*, par opposition à ce qui est épais, grossièrement matériel. Mais au sens philosophique, au sens réel, le mot *immatériel* s'entend non seulement de ce qui est soustrait aux lois de la pesanteur et de l'inertie, mais encore et surtout de ce qui est en dehors de l'espace.

De ce que " le *milieu* qui transmet les attractions newtoniennes peut être soumis à des tensions supérieures à celles qui réduiraient en poussière les plus solides de nos métaux „ (t. III, p. 35), ne suit nullement cette conclusion : " autrement dit, ce *milieu* ne peut être matériel. „ Ce n'est que métaphoriquement que l'on peut parler d'un *milieu* immatériel. Au sens littéral, qui dit *milieu* dit *espace*, *lieu* plus ou moins circonscrit ; et, encore une fois, là où il y a lieu, espace, même illimité, il ne saurait être question d'agent ou de substance *immatérielle*. Et puis, quel rapport établit-on entre des tensions supérieures aux tensions connues et la prétendue immatérialité des agents ou de

l'agent de cette tension ? La nature des substances dépendrait-elle donc du degré d'une force ou d'une tension ? Ou bien veut-on dire que cet agent se manifeste *par son action* dans ce qu'on est convenu d'appeler le milieu éthéré, autrement dit dans l'étendue, sans être lui-même matériel quant à sa substance ? Mais ce concept peut s'appliquer à toute substance, qu'elle soit corporelle ou spirituelle, si l'on définit la substance : " l'agent permanent de phénomènes relativement passagers ".

Qu'on ne dise pas que l'attribution aux phénomènes du monde physique de causes purement physiques conduit au matérialisme : car à côté ou au-dessus du monde purement physique, il y a les règnes organiques, où circule la vie. Et celle-ci, en dépit de toutes les subtilités et de tous les paralogismes de l'école matérialiste, requiert un principe étranger aux forces physiques, mécaniques ou chimiques, comme l'a reconnu Claude Bernard qui ne savait pas sans doute qu'il se rencontrait par là avec Albert le Grand et saint Thomas d'Aquin. Ce principe est donc immatériel au sens strict du mot, bien qu'il revête divers degrés suivant qu'il infuse la vie aux plantes, n'étant alors que végétatif, ou qu'il donne aux animaux la sensibilité et le mouvement automoteur, étant à la fois végétatif et sensitif, ou enfin qu'à ces deux qualités il ajoute la pensée, la possession de la raison, apanage de l'homme seul qu'il fait parvenir ainsi à la spiritualité (1).

Il est donc licite, pensons-nous, d'admettre le fonctionnement du monde physique par des causes purement physiques et d'être en même temps, sans pécher contre la logique, résolument et victorieusement spiritualiste.

Si nous avons cru devoir combattre cette vue du très savant et très érudit auteur, ce n'est assurément pas que nous n'appréciions point à toute leur valeur ses trois substantielles brochures. Qu'on veuille bien le remarquer, c'est là le seul point où nous ayons cru devoir émettre un avis opposé. Si nous l'avons fait, c'est que ce seul argument, dans tout l'ensemble, nous a paru sérieusement contestable, et qu'il est souvent dangereux pour le service d'une cause vraie, de la soutenir par des arguments d'une solidité douteuse. Le matériel et l'immatériel, bien que rapprochés dans la nature organique par une union mysté-

(1) Cf. *L'Ame humaine*, par le P. Coconnier, chap. III, IV et VI. — 1890. Paris, Perrin.

rieuse, n'en sont pas moins deux ordres profondément et essentiellement distincts, l'un caractérisé principalement par la localisation et l'étendue, l'autre qui est substantiellement en dehors d'elle.

JEAN D'ESTIENNE.

XIII

LE PROBLÈME DE LA MÉMOIRE, *essai de psycho-mécanique*, par le Dr PAUL SOLLIER. Un vol. in-8° de 219 pages, de la *Bibliothèque de Philosophie contemporaine*. — Paris, Félix Alcan, 1900.

Reproduisant d'une façon libre des leçons faites à l'Université Nouvelle de Bruxelles, ce volume apparaît parfois comme ayant des tendances matérialistes accentuées, qui s'affirment particulièrement dans cette énonciation finale : " Le problème de l'âme n'est probablement au fond qu'un problème de physique et de mécanique. „ Mais, outre que la mémoire a des bases physiologiques qu'ont su mettre en évidence des philosophes spiritualistes tels que Descartes et Malebranche, le Dr Sollier possède un sens psychologique très fin, dont nous ne voulons comme preuve que la sûreté avec laquelle il a mis le doigt sur le point faible de " ce petit chef-d'œuvre de concision et de clarté qu'est le livre de M. Ribot sur les *Maladies de la Mémoire* „. Ce point faible, c'est la confusion entre la *reconnaissance* et la *localisation* des souvenirs. Tandis que cette dernière intercale le souvenir entre deux autres souvenirs, de façon à lui assigner une position dans le temps, la reconnaissance, qui caractérise essentiellement le fait de mémoire, consiste dans le fait qu'on sait, aussitôt que le souvenir se présente, qu'il s'agit d'une image *passée*, quelle qu'en soit la position entre les images qui lui ont été autrefois contiguës dans le temps. La remarque ainsi faite est d'autant plus louable chez son auteur, que ce fait de la reconnaissance est plus constamment escamoté par les psychologues de son école.

Avant d'aborder l'analyse du volume, nous signalerons encore une particularité caractéristique : c'est la forme abstraite des développements; le fond expérimental n'y fait sans doute pas défaut, mais il se dissimule, et il semble très souvent qu'on se

trouve en présence d'une déduction *à priori* : le souvenir de Descartes vous poursuit.

Quoi qu'il en soit, après un chapitre consacré aux idées actuelles sur le mécanisme de la mémoire, chapitre où nous relèverons une forte critique de la théorie à la mode des mémoires partielles, le livre en comprend trois où est faite l'analyse de l'acte mnémonique; puis, dans un dernier chapitre, l'auteur expose sa théorie de la mémoire.

Cette division est très rationnelle, car la mémoire comprend trois opérations essentielles : la conservation de certains états dans le cerveau, leur reproduction et leur reconnaissance. Chacune de ces opérations se subdivise d'ailleurs en deux autres, la fixation de l'impression précédant la conservation proprement dite, la reproduction supposant l'évocation préalable, et enfin la reconnaissance se complétant par la localisation dans le temps.

Si nous voulions suivre l'auteur dans chacune de ces subdivisions, nous devrions, ou nous étendre démesurément, ou nous résigner à ne montrer qu'un squelette où s'évanouirait ce que la pensée offre de plus original. Nous limiterons donc notre examen à quelques points particulièrement intéressants, et, comme bien on pense, nous comprenons parmi ceux-ci ce qui concerne la reconnaissance.

Mais, pour bien saisir ce qu'en dit le Dr Sollier, il est indispensable d'avoir une idée sommaire de l'ensemble de sa théorie, et, par suite, force nous est de résumer celle-ci.

Le premier stade des phénomènes de mémoire consiste dans la fixation de l'impression dans la substance nerveuse; puis vient sa conservation, et à ce sujet nous noterons que les centres de conservation seraient distincts des centres de réception. L'évocation se fait dans ces mêmes centres de conservation, qui d'ailleurs ne se confondent pas non plus avec les centres moteurs, ni avec ceux d'association. On est amené à admettre l'existence d'un centre psychique ou d'idéation, siège de la conservation et de l'idéation. Quant à la reproduction des images, elle se ferait par l'intermédiaire des centres fonctionnels, moteurs ou sensoriels.

Arrive maintenant le phénomène de la reconnaissance, par lequel nous savons qu'une représentation actuelle correspond, non à une image présente, mais à une image passée. Pour en comprendre la nature propre, il convient de chercher à découvrir ce qui, objectivement, le distingue de l'hallucination. S'il n'y avait qu'un seul centre pour la réception de l'excitation et sa

perception, si la mémoire avait son siège dans les mêmes centres que les représentations, tout souvenir serait une hallucination. Si au contraire, comme on l'a admis, la conservation des souvenirs se fait dans d'autres centres que la réception des impressions, la distinction de l'hallucination et du souvenir se comprend, et l'on voit qu'elle ne résulte pas d'une différence d'intensité. Dans l'hallucination, la nouvelle excitation se produit dans le centre sensoriel, qui la transmettra au centre d'aperception, absolument comme dans la perception normale, en sorte que l'illusion se produira.

Dans le souvenir, le processus cérébral est tout différent : l'excitation part du centre d'aperception lui-même, et c'est de là qu'elle se transmet au centre de réception où se produit la représentation : c'est la différence dans le sens de cette communication nerveuse qui distingue les hallucinations et perceptions, d'une part, des souvenirs, d'autre part.

Quant aux phénomènes d'imagination, ils présentent un caractère mixte. S'ils se rapprochent de l'hallucination en ce qu'il se produit un mouvement centripète du centre récepteur au centre percepteur, ils s'en distinguent en ce que l'excitation du centre récepteur vient, non du dehors, mais d'autres centres, de telle sorte que le centre percepteur perçoit à la fois l'état dynamique du centre récepteur et celui des autres centres qui entrent en vibration.

Ces hypothèses sont confirmées par l'observation de certaines hystériques. Si l'on prend une hystérique anesthésique totale et si l'on restaure d'une façon quelconque la sensibilité de ses membres et de ses viscères, on observe les faits suivants : d'une part, le crâne recouvre en certains points sa sensibilité, et ces points correspondent à la région sous-jacente du cerveau qui renferme le centre sensitif ou moteur de la partie du corps qui vient de recouvrer sa sensibilité. D'autre part, le sujet éprouve des sensations spéciales dans les divers points de son cerveau qui entrent en activité et les localise parfaitement, ce qui prouve que le travail intérieur du cerveau ne nous échappe pas.

Mais, pendant ce temps, la région frontale du crâne est restée anesthésique. Or le sujet n'a que des sensations actuelles qui ne réveillent pas ses sensations anciennes, et il n'en conserve qu'à peine le souvenir. Mais, si l'on continue la restauration de la sensibilité, celle de la région frontale reparaît et s'accompagne de sensations spéciales ; puis les souvenirs reviennent et se déroulent devant le sujet d'une façon si nette que, si l'on

arrête la restauration, il se croit à l'époque où se passaient les événements qu'il se rappelle. Puis on constate que le réveil des lobes frontaux réagit sur la sensibilité de la région postérieure du crâne et réagit parallèlement sur les réactions motrices et sensitives des membres et des viscères.

Nous abrégeons forcément beaucoup ; mais ce que nous venons de dire montre l'intérêt de l'étude. Seulement, il nous semble qu'en même temps apparaît combien la psycho-mécanique est loin de faire évanouir les problèmes de la psychologie métaphysique. Nous voyons bien la condition organique de la reconnaissance ; mais ce phénomène lui-même reste toujours aussi mystérieux et semble continuer à postuler un sujet restant au fond identique a lui-même, en un mot la vieille âme, tant décriée.

Mentionnons, en terminant, une comparaison qui revient fréquemment dans l'ouvrage, mais n'est bien expliquée que dans le dernier chapitre et dont on ne comprend qu'alors la portée. Le Dr Sollier parle constamment du potentiel développé dans les centres récepteurs par le courant nerveux centripète : ce potentiel est considéré comme tout à fait analogue au potentiel électrique, et la mémoire est comparée à un accumulateur.

Une force nerveuse F, produite par l'excitation X, s'accumule dans les centres de perception; puis, sous une influence appropriée, elle se dégage et réagit sur les centres récepteurs et y provoque le mouvement qui avait primitivement donné naissance à cette force F. C'est ce qui se produirait avec une dynamo reliée à un accumulateur, qu'elle chargerait mais qui, à certains moments, se déchargerait en actionnant à son tour la dynamo.

Le Dr Sollier développe ingénieusement cette comparaison; mais voici où celle-ci prend une portée explicative qui serait bien curieuse, si l'on pouvait y ajouter foi. Le potentiel développé dans les divers centres récepteurs par les courants nerveux centripètes, constitue un potentiel total caractéristique de l'état cérébral. Ce potentiel varie sous l'influence des actions excitatrices qui tendent à l'augmenter par l'intermédiaire des courants nerveux et par les pertes de toutes sortes qu'il subit. Cela étant, ce que ce potentiel total est à un moment donné évoque, dans le cerveau récepteur, l'état moléculaire qu'il avait au moment où la charge du cerveau psychique avait atteint précédemment cette même valeur sous l'influence du cerveau récepteur jouant le rôle de dynamo productrice.

Si donc on admet que, pendant une grande partie de la vie, le

potentiel va en augmentant d'une façon générale, on voit que les dépressions momentanées et limitées feront réapparaître les souvenirs des temps voisins, mais qu'une fois atteinte la période de déclin, il se produira une régression fatale vers les souvenirs de l'enfance. Dans certains cas d'hystérie, auxquels il a déjà été fait allusion et dans lesquels il y a chute profonde du potentiel, lorsque la conscience reparaît, le potentiel étant faible, la malade se croit à une période éloignée de sa vie; puis, au fur et à mesure que le potentiel se relève, elle voit se dérouler parallèlement l'existence qu'elle a déjà vécue.

L'auteur a bien vu une objection : nous souvenir du temps passé sans avoir perdu la conscience du temps présent, c'est disposer d'un potentiel inférieur à celui que présente actuellement notre cerveau psychique. Il cherche à y répondre par une comparaison avec les résonateurs électriques, qui vibrent sous l'influence d'un excitateur, et cela d'autant mieux que les deux périodes de vibration diffèrent moins l'une de l'autre. Cette comparaison donne lieu à quelques curieux rapprochements; mais toute cette assimilation avec un accumulateur nous paraît singulièrement aventurée, et, si nous avons cru devoir la résumer, c'est bien moins comme étant une des choses les plus intéressantes de l'ouvrage que pour éviter à ceux qui étudieront le livre du Dr Sollier, après avoir lu ce compte rendu, de s'offusquer, au cours de leur étude, en voyant intervenir souvent un potentiel dont ils ne comprendraient le rôle qu'en arrivant à la fin du volume.

G. Lechalas.

REVUE

DES RECUEILS PÉRIODIQUES

PHYSIQUE

—

Par leur nombre de plus en plus grand et leur complexité sans cesse croissante, les radiations nouvelles que découvrent et qu'étudient les physiciens n'élargissent pas seulement l'horizon de nos connaissances positives, elles tendent à en modifier profondément l'aspect. Des similitudes se dévoilent, des vides se comblent, des contacts s'établissent entre des phénomènes jusqu'ici très éloignés ; en particulier, les frontières qui séparaient l'optique et l'électricité s'effacent sur plusieurs points, et on entrevoit l'avènement plus ou moins prochain d'une vaste et féconde synthèse de ces deux traités, que les vues théoriques de Maxwell avaient déjà si intimement rapprochés.

En attendant que de nouveaux progrès nous en aient livré le secret, il faut bien se contenter d'un classement provisoire s'inspirant de l'état actuel de nos connaissances et qui, en y mettant de l'ordre, fasse voir les caractères qui rapprochent les faits acquis et les lacunes qui les séparent encore.

A cet effet, chaque fois que les faits observés se prêteront à ce mode de groupement, nous considérerons les radiations variées, qui feront l'objet de ce bulletin, dans leur support hypothétique, l'éther. Ainsi, sans ignorer qu'il existe, sur certains points, d'autres interprétations plausibles et même admises avec faveur, nous placerons côte à côte les rayons électriques, le spectre infra-rouge, la lumière visible, l'ultra-violet et les rayons X, etc. ; c'est-à-dire que nous les considérerons comme

des ondulations se propageant dans l'éther et se différenciant les unes des autres par leurs périodes plus ou moins rapides, ou leurs longueurs d'onde plus ou moins grandes. Commençons par les plus grandes.

Radiations hertziennes. — Au bas de l'échelle des ondulations de l'éther se placent les radiations hertziennes, ou les rayons électriques. Leurs longueurs d'onde mesurées par les physiciens se chiffrent en mètres ou en centimètres. Les plus courtes que Hertz ait produites avaient de 50 à 60 centimètres, soit près d'un million de fois la longueur d'onde de la lumière jaune du sodium. Plus tard, Lebedew et Lampa en ont obtenu dont la longueur d'onde ne dépassait pas 6 ou même 4 millimètres ; mais leur très faible énergie rendait difficile l'étude des propriétés de ces ondes.

On connaît les *excitateurs* capables de les produire, et les *résonateurs* et les *radioconducteurs* propres à les révéler, à les étudier et à les utiliser. Ils ont été décrits ici même, et nous n'avons pas à y revenir. Bornons-nous à signaler parmi les travaux récents sur ce sujet, et de lecture facile, le magistral exposé publié par M. H. Poincaré sous le titre *La théorie de Maxwell et les oscillations hertziennes*, dans la collection SCIENTIA ; l'intéressant ouvrage de M. André Broca, *La télégraphie sans fil*, un volume des ACTUALITÉS SCIENTIFIQUES publiées par Gauthier-Villars ; et l'excellent mémoire de M. A. Turpain, *Recherches expérimentales sur les oscillations électriques*, paru dans les MÉMOIRES DE LA SOCIÉTÉ DES SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES DE BORDEAUX (5e série, t. V), et en tirés à part à la librairie scientifique A. Hermann, de Paris.

Affirmer que ces radiations électriques sont de l'ordre simplement lumineux, serait outrepasser les données de l'expérience : la synthèse n'est pas encore parfaite à ce point. Toutefois, les expériences de Hertz et de ses continuateurs mettent si nettement en évidence l'analogie étroite de la lumière et des rayons de force électrique, qu'il est permis de penser que ces rayons ne différeraient pas des rayons lumineux, si leur période pouvait être rendue un million de fois plus courte.

Ces ondulations électriques, en effet, *se propagent* en tous sens, autour de la source, avec une vitesse que les expériences de MM. Blondlot, Sarrazin et de la Rive, permettent d'identifier avec celle de la lumière. Elles se *réfléchissent* sur les surfaces métalliques, en produisant l'*interférence* entre les ondes inciden-

tes et les ondes réfléchies. Les travaux de M. Drude établissent que les rayons électriques se transforment, en rencontrant les corps : les radiations produites dans ceux-ci seraient de longueur d'onde plus grande que les rayons excitateurs : en un mot, on serait en présence d'une véritable *phosphorescence électrique*. La *réfraction*, la *double réfraction* et la *diffraction* des ondes électriques ont été nettement constatées, et on a réussi à les *polariser*, c'est-à-dire à localiser la vibration dans un plan déterminé, etc.

La résonance multiple, observée par MM. Sarrazin et de la Rive, sembla, il est vrai, troubler un instant ce parallélisme ; mais on a reconnu qu'elle pouvait s'expliquer, sans porter atteinte à l'assimilation dont nous parlons, par l'amortissement rapide des oscillations émises par l'excitateur.

Une autre objection, plus vulgaire, nous arrêtera un instant parce qu'elle se reproduit pour toutes les radiations nouvelles. Elle est fondée sur la grande perméabilité, pour les ondes électriques, de certains corps que nous sommes habitués à considérer comme absolument opaques.

Un coup d'œil jeté autour de nous nous montre immédiatement que, même vis-à-vis de la transparence à la lumière, les corps sont doués de propriétés totalement différentes. Les uns arrêtent les rayons lumineux ou les réfléchissent, les autres les laissent passer. De plus, il est d'observation courante que cette transmission est élective : un verre teinté ne laisse passer que les rayons de sa couleur. Ce fait banal ne nous surprend plus, mais le pourquoi n'a pas cessé d'être mystérieux. Faisons maintenant une investigation scientifique et prenons des corps transparents pour les divers rayons du spectre lumineux, le *spath fluor*, par exemple. Soumis aux radiations d'une source lumineuse, il semble ne faire obstacle à aucune ; néanmoins, dans l'extrême-violet, on découvre une bande d'absorption. Remplaçons le spath fluor par le verre ordinaire : toutes les radiations visibles passent, mais les radiations thermiques obscures sont arrêtées. Augmentons la longueur d'onde ; le verre reste opaque. Substituons au verre un morceau de drap. Cette fois, les radiations lumineuses sont arrêtées, mais nous constatons une transparence étonnante pour les rayons de grande longueur d'onde (1).

Ces faits d'une diversité si grande, nous avertissent combien l'objection tirée de la perméabilité ou de l'imperméabilité des

(1) REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES, 2e série, t. VII (1895), p. 267.

corps vis-à-vis des radiations nouvelles est mal fondée, et combien on aurait tort de s'en prévaloir pour combattre un rapprochement qu'elle ne saurait atteindre. Sans doute, à côté des ressemblances que nous avons signalées, il y a des dissemblances marquées ; mais la plupart d'entre elles s'expliquent par l'ordre de grandeur très différent des périodes. D'autre part, l'intervalle compris entre les radiations lumineuses et les rayons de force électrique se restreint peu à peu, et avec lui ces dissemblances tendent à s'effacer.

Radiations infra-rouges. — Au second degré de l'échelle des radiations se place le spectre infra-rouge. Il commence, en partant des ondes les plus courtes, à 0,8 μ (1), dans l'extrême rouge, et se poursuit par des radiations de longueurs d'onde de plus en plus grandes ; on en a mesuré qui atteignent plus de 60 μ.

Nos connaissances dans ce domaine sont le fruit d'ingénieuses et délicates recherches parmi lesquelles il faut citer celles de Mouton, en France (2), et surtout celles que M. Langley a exécutées, en Amérique, au moyen de son bolomètre. Elles ont fait l'objet d'un article spécial publié dans cette Revue et auquel nous renvoyons le lecteur (3). Ajoutons-y quelques indications relatives aux recherches récentes de M. H. Rubens (4).

Mouton était parvenu à la longueur d'onde de 2,14 μ. Le point extrême atteint par M. Langley nous faisait descendre, pensait-il, jusqu'à 30 μ. On trouva plus tard cette évaluation trop forte. Le savant physicien américain fut arrêté en si bonne voie surtout par l'absorption des prismes de sel gemme employés à étaler le spectre dont il étudiait l'infra-rouge, absorption sensible déjà pour les longueurs d'onde de 12 μ et très grande à partir de 15 μ. La difficulté d'isoler, par dispersion, des longueurs d'onde notablement plus longues a amené M. Rubens à renoncer à la réfraction et à utiliser les propriétés de la *réflexion métallique*.

On sait que les métaux possèdent un pouvoir réflecteur très élevé vis-à-vis des radiations visibles. L'argent, par exemple, réfléchit vingt à trente fois plus de rayons visibles que des substances transparentes telles que la fluorine, le sel gemme, la

(1) La lettre μ signifie *micron* ou millième de millimètre.

(2) Comptes Rendus de l'Acad. des Sc., 1879, pp. 1078, 1189.

(3) Revue des Quest. sc., 2e série, t. VII (1895), p. 271 ; t. X (1896), pp. 26-61.

(4) Revue génér. des Sc., t. XI (1900), p. 7-13.

sylvine. En revanche, ces substances transparentes possèdent la réflexion métallique pour les radiations invisibles, et surtout pour certaines d'entre elles pour lesquelles elles sont particulièrement opaques. La fluorine, par exemple, possède pour les ondes de longueur voisine de 24 μ, une bande de réflexion métallique intense, et il en est de même pour le sel gemme à 51 μ, et pour la sylvine à 61 μ. Dès lors, pour passer au crible un faisceau complexe de radiations, se débarrasser des plus courtes et ne conserver que celles de ces longueurs d'onde considérables, de 21 μ, 51 μ, 61 μ, il suffit d'obliger ce faisceau à se réfléchir, un certain nombre de fois, sur des miroirs en fluorine, en sel gemme ou en sylvine. On obtient ainsi trois faisceaux appartenant à l'infra-rouge et situés entre les ondes électriques les plus courtes (4 à 6 millimètres) observées par Lampa et Lebedew, et les radiations thermiques étudiées par Langley (15 μ).

Entre la plus petite onde mesurée dans le spectre ultra-violet (0,1 μ) et la radiation de l'infra-rouge isolée par la sylvine (61 μ), s'étale un spectre de 9 octaves et demie ; l'espace inexploré qui s'étend de ces dernières radiations (61 μ), aux radiations électriques les plus courtes (4 mm.), ne comprend plus que 6 octaves.

Or à mesure que l'on atteint, dans l'extrême infra-rouge, des radiations de longueurs d'onde croissantes, on constate que ces radiations tendent à ressembler beaucoup plus aux rayons de force électrique dont elles se rapprochent qu'aux rayons visibles dont elles s'éloignent. Ainsi les substances appartenant au groupe des bons isolants électriques, telles que la paraffine, le sulfure de carbone, le pétrole, diathermanes pour les ondes hertziennes, le sont aussi pour les " rayons restants „ de la sylvine. L'indice de réfraction du quartz pour ces derniers rayons est 2,18, nombre très éloigné de l'indice de réfraction pour les rayons visibles (1,5) et presque identique à la racine carrée (2,12) de la constante diélectrique du quartz (4,6) et par suite à l'indice de réfraction de cette substance, dans la théorie de Maxwell, pour les rayons électriques. Enfin, ce qui achève de mettre en lumière le voisinage des propriétés de ces rayons de l'extrême infra-rouge et des radiations électriques, c'est que MM. Rubens et Nichols ont pu, au moyen de ces rayons, reproduire des expériences de résonance électrique analogues à celles qu'avait réalisées, en 1893, M. Garbasso avec des ondes hertziennes de 43 et 70 centimètres (1).

(1) Garbasso, Acad. delle Scienze di Torino, 1893, p. 28.

Spectre lumineux. — Les travaux relatifs au spectre lumineux, qui vient ensuite dans l'échelle des longueurs d'onde, ont fait l'objet d'articles parus récemment dans la REVUE (1). Il n'y a lieu d'y revenir que pour signaler quelques-unes des publications les plus intéressantes, postérieures à ces articles.

On connaît l'hypothèse de Newton relative à la nature de la lumière blanche et qui permet de faire rentrer l'étude élémentaire de la dispersion dans l'optique géométrique des rayons lumineux. On traduit habituellement cette hypothèse, dans l'optique des ondes, de la manière suivante : Tandis qu'une lumière monochromatique, telle que la lumière rouge du lithium, par exemple, est à peu près une vibration sinusoïdale simple, la lumière blanche, émise par les solides ou les liquides incandescents, serait une perturbation de forme plus compliquée, résultant de la superposition et de la combinaison de mouvements sinusoïdaux élémentaires. Quelle que soit cette perturbation, tout appareil dispersif, prisme, réseau, etc., la décompose en ses éléments sinusoïdaux, et chacun d'eux, dans tout appareil d'optique, lunette, etc. se comporte comme s'il existait seul. Il en est de même pour toute lumière composée, en sorte que les résultats de l'analyse spectrale dépendent uniquement de la *source lumineuse*, et nullement du *spectroscope* qui en étale le spectre : qu'on analyse la lumière par le prisme ou par le réseau, chacun des éléments sinusoïdaux donne une raie, image de la fente du spectroscope, un peu élargie par la diffraction. De même, au point de vue théorique, quelle que soit la perturbation, développée en série de Fourier, elle donne une somme de termes sinusoïdaux, répondant aux vibrations élémentaires.

Telles sont les idées, généralement reçues, que M. E. Carvallo soumet à la critique dans une série de notes présentées à l'Académie des Sciences de Paris (2). Il y est amené à ne plus considérer la lumière blanche comme produite par une perturbation de forme déterminée, mais à la considérer comme produite par un nombre excessivement grand de vibrations sensiblement sinusoïdales, très diverses *conservant leur indépendance et leur individualité propre*. Cette conception expliquerait la constitution des spectres colorés bien connus que donnent les réseaux, tandis que dans l'hypothèse ordinaire, les réseaux donneraient, non ces spectres colorés, mais seulement de la lumière blanche.

(1) REVUE DES QUEST. SCIENT., 2e série, t. XIII, p. 524; t. XIV, pp. 140 et 488; t. XVI, p. 671.

(2) COMPTES RENDUS, t. CXXX, no 2, 8 janv. 1900, p. 79; IBID., p. 130.

Une discussion intéressante s'est engagée à ce sujet entre M. E. Carvallo et M. Gouy qui défend l'hypothèse, développée par lui et acceptée par des physiciens éminents (1), qui voit, dans la lumière blanche, une vibration amortie. On rapprochera utilement de cette discussion, d'anciennes communications de MM. Poincaré et Gouy, sur les spectres cannelés (2) et une note récente de M. Ch. Fabry *sur la décomposition d'un mouvement lumineux en éléments simples* (3).

Dans un autre ordre d'idées, signalons aussi un ensemble de travaux très importants de MM. Ch. Fabry et A. Perot sur les interférences et leur application à la détermination des longueurs d'onde, etc., publiés dans les COMPTES RENDUS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES (1899) et dans les ANNALES DE CHIMIE ET DE PHYSIQUE (VIIe série, t. XVI, 1899), et résumés, par les auteurs eux-mêmes, dans le BULLETIN ASTRONOMIQUE, t. XVI, 1899, pp. 5-32.

MM. Fabry et Perot ont ajouté récemment à ces travaux une note sur une *Nouvelle source de lumière pour la spectroscopie de précision*, que nous allons résumer.

Une raie spectrale ne correspond jamais à une radiation unique, mais bien à une série de radiations très voisines formant une raie plus ou moins fine, mais de largeur finie, souvent dissymétrique, où la répartition de la lumière subit des influences complexes et variables (quantité de matière, pression, température), enfin qui, malgré son unité apparente dans un appareil trop peu dispersif, peut être en réalité multiple. De là les grandes difficultés que l'on rencontre dans la mesure des longueurs d'onde, et la nécessité, pour les prévenir, d'employer des sources de lumière donnant des raies aussi fines que possible et permettant de séparer toutes les composantes existantes.

L'emploi des flammes colorées est limité à un certain nombre de substances et ne donne que des résultats très médiocres. L'illumination d'une vapeur sous faible pression, par une décharge électrique, donne des raies très fines mais n'est applicable qu'à quelques substances volatiles. Pour les spectres des métaux, le seul procédé général consiste dans l'emploi d'une décharge électrique ou d'un arc jaillissant entre deux pôles contenant le métal à étudier. La décharge oscillante d'induction, avec condensateur

(1) COMPTES RENDUS, t. CXXX, n° 5, 29 janvier 1900, p. 241 ; IBID., n° 7, 12 février 1900, p. 401.

(2) COMPTES RENDUS, t. CXX, 1895, pp. 757, 915.

(3) COMPTES RENDUS, t. CXXX, n° 5, 29 janvier 1900, p. 238.

en dérivation, donne des raies trop larges, même après l'introduction d'une self-induction dans le circuit pour allonger la durée de la décharge du condensateur, et par suite, abaisser la température. L'arc électrique dans le vide donne d'excellents résultats, mais il est malaisé de maintenir sa continuité.

MM. Fabry et Perot obtiennent un résultat équivalent à celui que donne ce dernier procédé, par une voie un peu différente.

" Deux morceaux du métal à étudier sont reliés aux pôles d'une batterie d'accumulateurs (60 volts); l'un d'eux, porté par une lame élastique, est animé d'un mouvement oscillatoire, qui le fait venir en contact avec l'autre et l'éloigne aussitôt. A chaque séparation, il se produit un arc, qui s'éteint, pour se rallumer au contact suivant; comme le battement est très rapide, la lumière paraît continue. Sur le circuit sont intercalés un rhéostat et une self-induction (primaire d'une bobine de Ruhmkorff), pour accroître l'étincelle de rupture. Le mouvement alternatif du pôle mobile est produit par l'attraction d'un électro-aimant sur une armature de fer. Tout l'appareil est enfermé dans une enceinte close (1) dans laquelle on fait le vide.

„ Le plus souvent, il suffit que le pôle + soit fait du métal à étudier; le pôle — est en fer recouvert de cuivre ou d'argent.

„ Pour les métaux fusibles (sodium, par exemple), on peut employer un alliage. „

Enfin, pour terminer ces indications relatives à l'étude du spectre lumineux, signalons le mémoire de M. A. Michelson *sur le spectroscope à échelons* (2), réseau d'un nouveau genre, permettant d'accumuler la très grande partie de l'intensité du faisceau lumineux incident dans un seul spectre de diffraction équivalent à un spectre d'ordre très élevé fourni par un réseau à un petit nombre de traits. L'appareil se prête fort bien mais uniquement à l'analyse d'une région du spectre restreinte, à une raie multiple étroite.

Spectre ultra-violet. — Quand on photographie sur une plaque ordinaire le spectre largement étalé d'une source intense de lumière blanche, on est étonné de voir le jaune peu ou point marqué et le rouge totalement invisible. En revanche, on constate

(1) En verre, ou en métal, fermé par devant par une lame de verre ou par une lame de quartz, pour l'étude de l'ultra-violet.

(2) JOURNAL DE PHYSIQUE, 3e série, t. VIII, juin 1899, p. 305.

que le travail chimique s'est accompli bien au delà de la région où l'œil voyait les dernières traces du violet.

Il existe donc des radiations ultra-violettes dont les longueurs d'onde sont inférieures à celle de la plus courte des ondulations visibles et que la photographie permet de mettre en évidence.

M. Cornu (1), le premier, en 1879, a employé avec succès, pour l'étude du spectre ultra-violet, le procédé photographique, mais sans dépasser la région 0,185 μ déjà atteinte par Stokes, en 1862, à l'aide de la fluorescence. M. Schumann recula un peu cette limite, en 1890. Plus tard, en 1893, il parvint à éviter les causes perturbatrices, provenant surtout de l'absorption de la couche d'air interposée entre la source lumineuse et la plaque sensible, et poussa jusqu'à 0,17 μ, et bientôt après jusqu'à 0,1 μ (2).

Ces radiations se retrouvent dans la plupart des sources lumineuses très intenses, en proportion assez notable dans la lumière du soleil, en grande quantité dans l'arc électrique, et dans le spectre de l'étincelle jaillissant entre des électrodes métalliques.

On désigne parfois l'ensemble des radiations ultra-violettes par le nom de *spectre chimique* : c'est qu'on avait cru pouvoir y accumuler l'énergie chimique rayonnante, à l'exclusion de toute autre région du spectre, comme on avait localisé l'énergie calorifique dans l'infra-rouge. On en est revenu depuis longtemps. " Les propriétés chimiques des radiations solaires, dit M. Langley, n'appartiennent pas exclusivement aux rayons violets (ou ultra-violets), pas plus que les propriétés calorifiques n'appartiennent exclusivement aux rayons infra-rouges. En réalité, le véritable caractère du spectre réside dans la répartition de l'énergie vibratoire suivant la longueur d'onde des vibrations qui le composent. "

D'autre part, l'action photographique n'est pas la seule propriété des radiations ultra-violettes. Au cours de ses belles expériences sur les oscillations électriques, Hertz constata que l'air atmosphérique, illuminé par des rayons très réfrangibles, laisse passer plus facilement l'étincelle que celui qui ne l'est pas. Cette observation fut le point de départ d'une série de recherches qui n'ont pas dit leur dernier mot et qui ont abouti à la découverte d'une sorte de *conductibilité électrolytique* des gaz soumis à des radiations de courte période, et, comme conséquence, à la

(1) Archives des Sc. phys. et nat., 1879.

(2) Phot. Rundschau, 1890; Sitzungsb. K. Acad. d. Wien, avril, juin, octobre 1893.

décharge des conducteurs électrisés sous l'influence de ces radiations. Ces recherches ont été présentées aux lecteurs de la REVUE avec assez de détails pour que nous n'ayons pas à y revenir (1). Mais nous devons nous arrêter un instant à une troisième propriété de ces mêmes radiations : leur pouvoir d'exciter la luminescence.

Luminescence. — Certaines substances, qui viennent d'être exposées à la lumière, luisent, dans l'obscurité, pendant un temps plus ou moins long : tels sont l'aragonite, le diamant, la colophane, etc. On a donné à ce phénomène le nom de *phosphorescence*. D'autres substances s'illuminent aussi longtemps qu'on les laisse sous le coup des radiations à courte période, dans la région ultra-violette du spectre d'une source de lumière intense, l'arc électrique, par exemple : il faut citer surtout les platinocyanures de potassium et de barium. C'est à cette transformation en lumière visible des radiations ultra-violettes invisibles que Stokes a donné le nom de *fluorescence*. Ces phénomènes complexes, peu étudiés jusqu'à ces derniers temps, ont singulièrement crû en importance depuis les récentes découvertes de la *phosphorescence* et de la *fluorescence obscures*, que nous rencontrerons tantôt.

D'une façon générale, la phosphorescence ne semble différer de la fluorescence que par sa plus grande durée. Dès lors, il est commode de désigner sous le nom générique de *luminescence*, proposé par E. Wiedemann, *toute transformation d'une radiation de période déterminée en une autre, sous l'influence de la matière*. Suivant que la radiation née de la transformation est ou n'est pas lumineuse, nous dirons qu'il y a *luminescence visible* ou *luminescence obscure*.

La *luminescence visible* obéit, en général, à la loi déduite des expériences de Stokes d'après laquelle la période de vibration et la longueur d'onde sont plus petites pour les rayons excitateurs que pour les rayons transformés. En étendant outre mesure cette loi, on rencontrerait des exceptions sur lesquelles nous n'avons pas à nous arrêter ici (2).

Les solides et les liquides ne sont pas seuls à offrir le phénomène de la luminescence ; il se présente aussi dans les gaz à la

(1) REVUE DES QUEST. SCIENT., 2e série, t. VIII (1895), p. 275.

(2) Voir COMPTES RENDUS DE L'ACAD. DES SC., t. CXXVIII, pp. 359, 549, 557.

faveur de circonstances spéciales, indépendantes, semble-t-il, de radiations excitantes connues : pour rendre les gaz luminescents, il faut les soumettre, dans des conditions convenables de pression, à la décharge électrique. La nature et la forme des électrodes qui amènent la décharge ne sont pas sans influence sur la production et les caractères des lueurs provoquées; mais elles ne sont pas seules à s'exercer. Les causes intimes du phénomène sont encore mal connues, et nous nous écarterions de notre sujet en rappelant ici les hypothèses que leur recherche a provoquées.

Avant de parler de la *luminescence invisible*, nous devons rappeler la découverte des radiations obscures qui lui donnent naissance.

Rayons X, S, T. — Continuons à descendre l'échelle des longueurs d'onde. Si nous poussons assez loin dans la région des radiations ultra-violettes, nous rencontrons, sur la foi de certains physiciens dont nous adoptons ici la manière de voir, les *rayons X* découverts par Röntgen. Leur production est liée à l'existence d'un rayonnement spécial, que les tubes de Crookes ont fourni l'occasion de découvrir et d'étudier, et qui a reçu le nom de *rayonnement cathodique* parce qu'il prend sa source dans la *cathode*, ou électrode négative, du tube.

Sans entrer dans la discussion des hypothèses émises sur la nature et les propriétés du rayonnement cathodique, nous accepterons cette opinion, la mieux fondée et la plus généralement reçue aujourd'hui : lorsque la décharge disruptive traverse un tube à gaz très raréfié, l'électrode négative devient une sorte de mitrailleuse lançant, normalement à sa surface, les éléments électrisés du résidu gazeux enfermé dans le tube. Ce sont ces *rayons matériels* qui constituent le rayonnement cathodique. S'il nous arrive, en parlant d'un mode de rayonnement, de dire qu'il est de *nature cathodique*, nous voudrons signifier par là qu'il est *matériel et analogue à celui que nous venons de décrire*.

Les projectiles moléculaires des tubes de Crookes, de masse très petite mais animés de vitesses considérables, bombardent soit la paroi anticathodique du tube, soit une lame métallique convenablement inclinée. Sous ce choc, la paroi de verre s'échauffe et s'illumine, et il en est de même de toute substance luminescente ; la lame métallique rougit. En même temps, de l'endroit frappé partent les radiations invisibles que Röntgen a découvertes et appelées *rayons X*. Que sont-ils ?

Les avis sont partagés. Stokes voit dans ces mystérieux rayons des vibrations transversales de l'éther, analogues aux vibrations lumineuses, mais se distinguant surtout de celles-ci par l'absence de périodicité : ce seraient des pulsations isolées, se succédant tumultueusement, de durée très courte et ayant avec les radiations ultra-violettes du spectre à peu près le même rapport qu'aurait une succession irrégulière de bruits stridents avec un son musical régulier, rythmé et prolongé.

D'autres physiciens considèrent dans les rayons X, des vibrations de l'éther transversales et périodiques, de période extrêmement courte, ou, si l'on veut, des *rayons ultra-ultra-violets*. L'hypothèse est séduisante, mais l'expérience s'est refusée jusqu'ici à lui donner une consécration définitive. Ainsi, malgré tous les efforts de très habiles expérimentateurs, on n'a pu découvrir ni dans les rayons X, ni dans leurs congénères dont nous parlerons tantôt, aucun caractère de périodicité : ils se propagent partout et toujours en ligne droite, sans réfraction, sans diffraction. On invoque, il est vrai, pour expliquer ce fait, l'extrême petitesse des longueurs d'onde de ces radiations qui les soustrairait à nos moyens d'observation. La raison n'est pas sans valeur, mais elle est surtout commode. On a cherché à fixer une limite supérieure à ces longueurs d'onde et on a trouvé qu'elle devait être inférieure à 0,005 μ, soit au centième de la longueur d'onde de la lumière verte.

La question aurait fait un grand pas, si l'on avait démontré que les rayons X se propagent avec la vitesse de la lumière. M. B. Brunhes a indiqué récemment *une méthode de mesure de la vitesse des rayons Röntgen* et les premiers résultats qu'elle lui a donnés (1).

" Les méthodes classiques de la mesure de la vitesse de la lumière, dit M. Brunhes, ne sauraient s'appliquer aux rayons X qui ne se réfléchissent pas. J'ai songé à utiliser, pour cette mesure, la découverte, due à M. Swyngedauw, de l'action des rayons X sur les potentiels électriques. La décharge d'une bobine d'induction illumine un tube de Crookes, dont les rayons viennent frapper deux excitateurs distincts, chacun en relation avec une machine électrostatique et avec une capacité. On peut tourner chacune des machines de telle sorte qu'une étincelle soit sur le point d'éclater à l'excitateur, au moment où il est

(1) Comptes Rendus de l'Acad. des Sciences, t. CXXX, n° 3, 15 janv. 1900, p. 127.

frappé par les rayons Röntgen; les rayons abaissant légèrement le potentiel explosif statique déterminent l'étincelle. Si en même temps ils déterminent une étincelle à chacun des deux excitateurs, ces deux étincelles seront simultanées, mais d'une simultanéité qui n'est absolue qu'autant que les deux micromètres seront à égale distance de l'anticathode ; si l'un des excitateurs est éloigné du tube, il pourra s'écouler, entre les deux étincelles synchronisées par les rayons X, le temps que mettent ces rayons pour franchir la distance des deux excitateurs. »

Pratiquement cette distance ne peut dépasser 1 mètre ; le temps à mesurer est donc de l'ordre du $\frac{1}{300\,000\,000}$ de seconde, si la vitesse des rayons X est celle de la lumière. Une durée aussi prodigieusement courte n'est pas cependant inobservable. Le procédé employé par M. Brunhes pour le rendre accessible est emprunté à MM. Abraham et Lemoine (1). Nous ne pouvons, sans nous écarter beaucoup de notre sujet, en donner le détail ; nous nous bornerons à signaler les premiers résultats de l'application qu'en a faite M. Brunhes. Ils sont pleins de promesses. Le retard de l'étincelle de l'excitateur le plus éloigné sur l'étincelle de l'excitateur le moins éloigné du tube, quand ces étincelles sont synchronisées par les rayons X, est du même ordre que celui qui se manifeste quand la synchronisation est réalisée, dans les mêmes conditions, par les rayons ultra-violets. Il semble donc que les rayons Röntgen se meuvent avec une vitesse finie et que cette vitesse est celle de la lumière.

Quoi qu'il en soit, il est certain que par leurs propriétés les plus apparentes et les plus aisément accessibles, les rayons X témoignent d'une parenté étroite avec les rayons ultra-violets.

Tout d'abord, ils partagent avec eux les propriétés électriques dont nous avons parlé plus haut, entre autres le pouvoir de décharger les conducteurs électrisés. Le mécanisme de cette déperdition a été soigneusement étudié par plusieurs physiciens, parmi lesquels il faut citer M. Villard et M. Sagnac (2). Le phénomène est complexe ; ce que nous pouvons en dire ici c'est que la décharge serait, dans tous les cas, l'effet d'un rayonnement de nature cathodique, quel que soit l'agent (rayons ultra-

(1) Voir les Comptes Rendus de l'Acad. des Sciences, t. CXXIX, 27 juillet 1899, p. 206, et t. CXXX, 29 janvier 1900, p. 245.

(2) Comptes Rendus de l'Acad. des Sciences, t. CXXX, 15 janv. 1900, p. 125. Voir aussi, Ibid., 5 fév. 1900, p. 320, le contenu d'un pli cacheté déposé, le 18 juillet 1898, par M. Sagnac.

violets, rayons X, etc.) qui la provoque et auquel nous l'attribuons. Le rôle de cet agent serait de douer les gaz ambiants d'une conductibilité électrolytique ; aux ions libérés, cheminant le long des lignes de force, reviendrait le soin de la décharge du conducteur.

Comme les radiations ultra-violettes, les rayons X produisent certaines actions physiologiques et des effets bactéricides.

Comme elles aussi ils impressionnent les plaques photographiques, etc.

L'analogie se poursuit dans la formation d'un spectre de rayons X. Un même tube émet des radiations qui s'échelonneraient, si on pouvait les disperser par le prisme, à la manière des couleurs spectrales.

Enfin les rayons X, comme les rayons ultra-violets, excitent la luminescence : la *luminescence visible*, quand ils tombent sur des substances fluorescentes telles que le platinocyanure de barium, et, propriété qui leur appartient plus spécialement, la *luminescence obscure* nettement caractérisée. Cette émission de rayons obscurs désignés sous le nom de *rayons secondaires* S, *tertiaires* T, etc., obéirait à la loi de Stokes.

" La transformation des rayons X en rayons *secondaires* (S) se produit par une matière quelconque, dit M. Sagnac, qui les a découverts. C'est une sorte de radio-luminescence comparable, à certains égards, à une luminescence de courte durée : les rayons secondaires diffèrent des rayons X incidents par leur moins grand pouvoir de pénétration, comme la lumière jaune et verte émise par le platinocyanure de barium diffère, par ses plus grandes longueurs d'onde, des rayons ultra-violets qui l'excitent. „

A leur tour les rayons secondaires S se transforment en rayons *tertiaires* T, qui diffèrent des rayons secondaires comme ceux-ci diffèrent des rayons X (1).

Tous ces rayons se rapprochent beaucoup par leurs caractères des rayons ultra-violets de Schumann (0,1 μ), et il est permis, *provisoirement*, de les placer entre les extrémités des deux spectres ultra-violet et röntgénien, en d'autres termes d'y voir une extension du spectre des rayons X vers les rayons ultra-violets.

(1) Cette luminescence des corps röntgénisés est peut-être la cause principale du voile des radiographies des régions épaisses. On consultera sur les difficultés qu'elle fait naître dans les applications médico-chirurgicales et sur le moyen pratique de les éviter, une note intéressante de M. Th. Guilloz, COMPTES RENDUS DE L'ACAD. DES SCIENCES, t. CXXX, n° 6, 5 février 1900, p. 355.

Jetons, en finissant, un coup d'œil d'ensemble sur le chemin que nous venons de parcourir.

En partant du bas de l'échelle des radiations, nous avons rencontré les *oscillations électriques* dont les longueurs d'onde, mesurées par les physiciens, s'échelonnent depuis plusieurs mètres jusqu'à quatre millimètres. De ce point à la plus grande des longueurs d'onde observées dans l'*infra-rouge*, c'est-à-dire jusqu'à 61 μ environ, s'étale un espace inexploré comprenant 5 octaves, un peu moins de l'étendue du spectre infra-rouge connu.

Nous sommes rentrés en pays conquis, à la longueur d'onde de 61 μ, et nous y sommes restés, en traversant le spectre *infra-rouge*, le spectre *lumineux* et l'*ultra-violet*, jusqu'à la longueur d'onde de 0,1 μ. Là s'est présentée une seconde lacune, qu'il nous a fallu enjamber pour arriver peut-être vers 0,005 μ aux *rayons X*, après avoir traversé la région possible des *rayons X transformés*, ou des rayons S, T, etc.

Ce sera vraisemblablement en partant de l'infra-rouge et en descendant vers les radiations électriques, que l'on pénétrera dans la première région inconnue. C'est de l'étude de la radio-luminescence que nous viendront les renseignements sur la seconde.

Cette étude, entreprise à la suite de la découverte des rayons X, a conduit déjà à la connaissance de phénomènes insoupçonnés et du plus haut intérêt; mais si elle se montre pleine de promesses, elle se manifeste aussi hérissée de difficultés.

L'une d'elles, et non la moindre, est de faire la part, dans les phénomènes observés, de la radio-luminescence proprement dite et des radiations de nature cathodique qui s'y mêlent et n'ont évidemment aucune place marquée dans la série des ondulations variées de l'éther.

Nous dirons, dans un prochain bulletin, avec quelle habileté et quels succès se poursuivent ces recherches délicates.

J. B. S. J.

PHYSIOLOGIE

—

De l'influence des otolithes sur les mouvements. — Beaucoup de physiologistes affirment l'existence de relations fonctionnelles très intimes entre l'oreille et les organes du mouvement. De Cyon s'est fait depuis longtemps le défenseur de l'idée que les trois canaux semi-circulaires réglaient la direction de nos mouvements, en nous fournissant la notion des trois dimensions de notre corps. Il faut avouer que cette hypothèse semble suggérée par la nature elle-même. Il est impossible de voir les trois canaux semi-circulaires sans être frappé de la position perpendiculaire que chacun d'eux affecte vis-à-vis des deux autres, et l'on pense involontairement aux trois plans coordonnés dont les géomètres se servent pour déterminer la place occupée par chaque point dans l'espace.

Ce rapprochement semble justifié par bon nombre d'observations, mais malheureusement certains faits lui sont nettement contraires. Si la théorie était vraie, toute lésion des canaux semi-circulaires devrait entraîner à sa suite une perturbation dans les mouvements. Cela se vérifie parfois, mais pas toujours. Steiner et Sewall ont pu extirper les canaux semi-circulaires chez la raie et le requin, sans nuire en rien à l'intégrité des mouvements de l'animal.

Mais si chez ces sélaciens, les canaux semi-circulaires sont déchus de leur importance, un autre élément de l'oreille est devenu prépondérant. Ce sont les otolithes, ces petites concrétions calcaires plongées dans le liquide baignant l'intérieur des cavités de l'oreille interne. Si l'on enlève les otolithes d'un côté, le poisson exécute un mouvement de révolution autour de l'axe du corps; si on les enlève des deux côtés, les mouvements perdent toute coordination.

C'était la répétition de ce que Delage avait vu chez les céphalopodes; mais ces mollusques étant dépourvus de canaux semi-circulaires, il y avait moins de difficulté à admettre que la fonction des canaux fût suppléée par un autre organe. Quoi qu'il en soit, de récentes recherches ne permettent pas plus de croire à une intervention constante des otolithes qu'à une intervention constante des canaux semi-circulaires. Chez l'axolotl aussi bien que chez la grenouille, Laudenbach (Kiew) (1) a pu expulser les

(1) *Zur Otolithen Frage.* PFLÜGER'S ARCHIV, 13 oct. 1899, p. 311.

otolithes par un courant d'eau, sans s'apercevoir d'un trouble dans les allures du batracien. Mais en revanche, l'extirpation du labyrinthe lui-même a été très efficace : mouvement de rotation, si l'opération se faisait uniquement d'un côté, ataxie complète après l'ablation des deux organes. L'axolotl, tant qu'il conserve ses membres, parvient encore à régler sa marche par le toucher; mais si on lui ampute les membres, il flotte dans l'eau, comme un corps inerte, tantôt sur le dos, tantôt sur le ventre au gré de la poussée du liquide, sans chercher à se retourner pour trouver une position plus commode ou plus agréable.

Résistance des canards à l'asphyxie. — Le bec du canard est bien rarement en repos. Il se promène incessamment à la surface de l'eau, happant tout ce qui a le malheur de se trouver sur son passage. Mais cette proie superficielle est trop maigre pour suffire à la voracité du canard. Tout en barbotant, il plonge son bec et son cou dans la vase, la remue dans tous les sens, ne faisant grâce à aucun ver ou à aucune larve. Parfois même il bascule tout le corps et n'offre plus au spectateur que la partie la moins intéressante de son être. Après quelques minutes, sa tête reparaît, et, malgré une immersion aussi prolongée, notre palmipède, loin d'être asphyxié, ne semble pas même avoir besoin de reprendre haleine.

D'où vient cette immunité? C'est le problème dont Richet vient de chercher la solution (1).

On comprend que les animaux à respiration aérienne, s'ils vivent habituellement dans l'eau et surtout s'ils sont obligés d'y chercher leur nourriture, doivent être mis à l'abri de l'asphyxie pendant une période de temps convenable. Certains zoologistes ont beau rejeter les causes finales; tous sont d'accord cependant qu'en zoologie on est en droit de raisonner comme si les causes finales existaient.

Les moyens employés par la nature pour écarter tout danger d'asphyxie sont variés. La baleine ouvre une gueule énorme et engloutit tout un banc de harengs, mais l'eau n'envahit pas ses poumons, car à ce moment une valvule située dans le pharynx vient serrer de toutes parts le tube respiratoire et toute communication est interceptée entre la bouche et la trachée-artère. L'air continue cependant à entrer par les évents, ces larges narines situées au sommet de la tête et émergeant hors de l'eau.

(1) *De la résistance des canards à l'asphyxie.* JOURNAL DE PHYSIOLOGIE, I, p. 641.

La baleine peut même plonger et elle le fait fréquemment. C'est l'eau elle-même qui alors sauve l'animal. Elle tombe dans les évents, s'accumule dans des valvules en forme de poches attachées aux parois de ces organes, gonfle ces poches dont les faces libres viennent s'appliquer les unes contre les autres, et interceptent par le fait même le passage ultérieur de l'eau dans le canal dont toute la lumière est oblitérée par le gonflement des valvules.

Les phoques possèdent également dans les narines, des valvules qui se ferment d'une manière analogue au moment du plongeon, et le poisson ne peut espérer leur échapper en se réfugiant dans les profondeurs de l'océan.

La nature a dû se montrer également prévoyante pour le simple canard.

La proportion du sang chez les canards est plus grande que chez les oiseaux purement aériens, le poulet par exemple. C'est déjà une ressource — car plus il y a de sang, plus il y a d'oxygène — mais cette augmentation de gaz vivifiant est insuffisante à expliquer les longs séjours de la tête du canard sous l'eau. Chez le poulet la proportion de sang est de 1/30 du poids du corps, chez le canard elle monte à 1/17. Si la proportion de sang était le seul facteur entrant en ligne de compte, la résistance du canard serait double seulement de celle du poulet ; or le poulet, le bec plongé dans l'eau, ne survit pas une minute ; le canard, au contraire, peut résister pendant dix minutes à l'immersion.

Aussi un autre facteur intervient et il s'est révélé à Richet pendant ses observations. A la dixième minute, au moment où il va succomber, le canard étend le cou et rejette en même temps l'air encore contenu dans sa cavité respiratoire. L'observateur se dit que si cet air n'avait pas été expulsé, le canard aurait survécu plus longtemps encore, et de fait, si on lie la trachée de l'oiseau, l'asphyxie ne survient qu'à la vingtième minute.

Il y aurait donc avantage pour le canard à ne pas ouvrir sa glotte, même à la dixième minute; mais enfin il la tient fermée pendant dix minutes, et c'est là ce qui le sauve, car il faudrait le supposer bien affamé ou bien glouton pour que sa chasse au sein de la vase se prolongeât davantage.

Ce n'est point tout. Pendant la première minute d'immersion, le canard consomme 29 centimètres cubes d'oxygène ; depuis la septième minute jusqu'à la dixième, il n'en absorbe plus que 0,8.

Richet attribue cet effet au ralentissement de la circulation. L'atropine paralyse le nerf pneumogastrique ; celui-ci est le grand modérateur du cœur ; quand son action cesse, le cœur précipite ses battements. Or, un canard atropinisé résiste moins qu'un canard normal. Il est donc probable que le cœur se ralentit pendant l'immersion. Ce serait peut-être un effet réflexe dû au contact de l'eau avec la peau de la tête; car un canard qui a la glotte ligaturée, succombe moins vite dans l'eau que dans l'air.

L'activité plastique des leucocytes. — Si on laisse au repos du sang, du pus ou tout autre liquide renfermant des leucocytes, il est très intéressant de suivre les transformations et les mouvements de ces cellules. De rondes qu'elles étaient, elles prennent toutes sortes de formes, émettent de ci de là un prolongement arrondi, fixent ensuite ce prolongement comme une ventouse sur un point situé à quelque distance, puis, contractant ce prolongement, elles déplacent tout leur corps vers le point où le pseudopode était fixé. Que cherchent-elles ainsi ? Il ne semble pas difficile de le deviner. Elles sont en quête de nourriture et veulent pourvoir à leur alimentation.

C'est la même raison, semble-t-il, qui doit les guider dans la manière dont elles se comportent vis-à-vis des grains solides rencontrés pendant leurs pérégrinations. Ranvier a observé, il y a quelque temps déjà, qu'elles s'aplatissent sur ces grains au point d'en épouser parfaitement la forme. Si c'est un grain de verre ou de sable, le profit n'est pas grand ; mais s'il s'agit d'une particule alimentaire, le procédé est éminemment utile. La surface d'absorption du leucocyte devient considérable et chacune des parties du corps reçoit une nourriture plus abondante.

Ranvier vient de constater un nouveau phénomène (1). Ce n'est pas seulement sur les particules solides, c'est également sur les bulles d'air que les leucocytes se plaisent à s'étendre. Si l'on prend de la sérosité péritonéale du rat, la température la plus favorable à l'observation est de 36°. A 20° les leucocytes conservent la forme arrondie.

Si l'on peut expliquer par le désir de se nourrir la propension des leucocytes à s'aplatir sur les corps solides, ne pourrait-on pas rattacher à la respiration l'adhésion qu'ils contractent avec les bulles d'air ? La respiration de ces cellules est aquatique, il

(1) *Sur l'activité plastique des cellules animales.* COMPTES RENDUS, 2 janv. 1900, p. 19.

est vrai, et elle reste aquatique même dans notre hypothèse. Car en vertu de la tension superficielle, une mince pellicule d'eau reste interposée entre la cellule et la bulle d'air; mais par son voisinage avec le gaz, cette pellicule est fortement chargée d'oxygène et le leucocyte y trouvera un moyen commode d'activer sa respiration.

Défense de l'organisme contre les propriétés morbifiques des sécrétions glandulaires. — Les sécrétions glandulaires sont essentielles à l'organisme. Que deviendrait l'individu sans salive, sans suc gastrique, sans bile, sans suc pancréatique? Mais pourquoi faut-il qu'à côté de ces propriétés éminemment bienfaisantes les sécrétions contiennent de véritables poisons qui, injectés à des animaux, provoqueraient la mort au bout d'un laps de temps souvent peu considérable? A ce point de vue, il n'y a pas de différence spécifique entre l'homme et le serpent; leur salive à tous deux contient des substances toxiques.

Aussi le même problème se pose pour l'homme que pour le serpent : Pourquoi ne s'empoisonne-t-il pas par ses sécrétions glandulaires?

Pour les serpents, la réponse est connue. Ils se sont habitués peu à peu à leur venin et sont vaccinés. A mesure que leurs glandes salivaires formaient le poison, le sang l'absorbait; c'est donc par doses très petites que le poison pénétrait dans l'économie, condition très favorable pour produire l'accoutumance et l'immunité.

Le procédé d'immunisation vis-à-vis des sécrétions glandulaires n'est pas parfaitement identique à celui que nous venons de décrire pour le serpent. Chez le serpent, le venin n'est jamais résorbé en grande quantité. S'agit-il de serpents non venimeux, leurs glandes n'ont point de conduit; dès lors, le venin ne s'accumule pas dans la glande pour être déversé à un moment donné en grande masse dans la bouche. Aussi ne peuvent-ils s'en servir pour empoisonner leur proie. La résorption se fait lentement par les vaisseaux voisins de la glande. C'est le procédé connu sous le nom de *sécrétion interne*, parce que la marche du liquide sécrété se fait non du côté de la superficie du tube digestif, mais dans une direction contraire vers les vaisseaux sanguins intérieurs. Chez les serpents venimeux, la seule différence consiste en ce qu'ils ont un conduit pour la glande; mais ce n'est qu'au moment où ils ont mordu une proie, qu'ils se servent de ce conduit pour y déverser une grande quantité de

poison. Dans les périodes de calme, la résorption s'effectue lentement comme chez les serpents non venimeux.

Au contraire, les sécrétions glandulaires s'écoulent en grande quantité par des conduits destinés à laisser sortir en une fois le produit élaboré par la glande. Ainsi le pancréas peut déverser à l'époque de la digestion une quantité de suc montant à plus de 200 grammes pour l'ensemble des repas de la journée.

C'est sur le suc pancréatique que Charrin et Levaditi (Paris) ont dirigé leur attention (1). Ils ont examiné comment le suc pancréatique se comporte dans les diverses parties de l'intestin à mesure qu'on s'éloigne du duodénum. Dans le duodénum et dans les parties voisines, le suc pancréatique est abondant, il est riche en toxine, mais il n'est pas résorbé. Au contraire, plus on descend dans le tube digestif, plus le suc est absorbé, mais aussi plus son pouvoir toxique diminue. Si donc l'on veut résumer d'un mot ce qui touche à l'absorption non du suc pancréatique lui-même, mais du poison qu'il contient, on peut dire que dans toutes les régions du tube digestif l'absorption est peu considérable.

Les auteurs ne nous disent point comment le pouvoir toxique du suc pancréatique a diminué à mesure qu'il avançait dans les voies digestives. Le poison a-t-il été détruit peu à peu à la suite des réactions produites sur les aliments, ou bien a-t-il été résorbé avec plus d'intensité que le suc pancréatique lui-même ? Si cette dernière hypothèse était vraie, les conclusions tirées par les observateurs seraient moins apparentes. L'absorption du poison pourrait quand même être considérée comme se faisant par petites quantités à la fois; mais, en somme, il serait absorbé tout entier. Or, il semble bien que les observateurs estiment avoir donné une solution plus radicale : une portion seulement des substances nocives contenues dans le suc pancréatique aurait pénétré dans l'organisme.

Passage des substances solubles du fœtus à la mère (2). — Les vaisseaux du fœtus s'entrelacent à ceux de la mère dans le placenta, mais il n'y a aucune espèce de communication directe entre eux. Une particule solide ne peut donc passer d'un des

(1) *Défense de l'organisme contre les propriétés morbifiques des sécrétions glandulaires.* COMPTES RENDUS DE LA SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE, 27 janvier 1900.

(2) *Expériences sur les conditions du passage des substances solubles du fœtus à la mère.* JOURNAL DE PHYSIOLOGIE, I, p. 456.

systèmes de vaisseaux dans l'autre ; aussi les globules rouges, par exemple, du fœtus ont-ils été fabriqués par celui-ci, il ne les a pas puisés dans les vaisseaux maternels.

Les substances solubles ne sont point dans le même cas ; elles peuvent être échangées par voie d'osmose en suintant d'un capillaire maternel vers un capillaire fœtal voisin ou réciproquement. Ces échanges n'ont point besoin d'être prouvés, car ce sont eux qui assurent la nutrition de l'enfant aux dépens de la mère ; ce sont eux également qui permettent à la circulation fœtale de décharger dans la circulation maternelle les produits de déchet provenant de la désassimilation.

Avec quelle rapidité, dans quelles conditions se font ces échanges, c'est un problème qu'ont tenté de résoudre Guinard et Hochwelker (Paris). Ils ont employé dans leurs recherches le rouge de Cazeneuve qu'ils injectaient au fœtus. Le choix de cette substance a été déterminé par les considérations suivantes. Cette substance est facilement diffusible, s'absorbe bien et s'élimine aisément. Elle est absolument inoffensive au point qu'on en peut saturer sans inconvénient les tissus et les humeurs d'un chien. Enfin elle se décèle très facilement dans le sérum et dans l'urine ; après addition d'acide chlorhydrique dans le liquide à examiner, les moindres quantités ne peuvent passer inaperçues.

Si on en injecte dans le corps du fœtus d'un cobaye, vingt-cinq minutes après on en retrouve la trace dans l'urine de la mère.

Toutefois on peut montrer que la diffusion par osmose, telle qu'elle s'effectue dans le placenta, le cède de loin pour la rapidité à celle qui s'accomplit par circulation directe dans le corps, soit de la mère soit de l'enfant. On peut empoisonner le fœtus sans nuire à la mère.

La condition à réaliser, c'est de pouvoir arrêter la circulation du fœtus avant que l'osmose soit accomplie. La strophantine permet de mettre le fait en pleine évidence.

La strophantine arrête le cœur plus rapidement encore que la strychnine. Si on en injecte à un fœtus de cobaye, le fœtus meurt ; la mère survit et ne montre aucun des troubles que provoquerait naturellement le poison. Le fœtus, au contraire, est pour ainsi dire pénétré par la strophantine ; car si on injecte ensuite à la mère dix centimètres cubes de suc pris sur le fœtus, la mère meurt avec tous les signes caractéristiques de l'empoisonnement par la strophantine.

Production de chaleur chez les animaux à sang froid (1). — Personne n'ignore que les animaux sont des foyers de combustion. Les aliments sont brûlés par l'oxygène de la respiration et on estime à 2600 le nombre de calories dégagées chez l'homme par la combustion des matières alimentaires.

Les animaux à température constante, appelés ordinairement animaux à sang chaud, produisent d'autant moins de calories que la température extérieure est plus élevée. Leur activité chimique diminue à mesure que la température extérieure augmente. Ce n'est pas naturel, si l'on s'en rapporte aux lois des corps de la nature brute; car une élévation de température favorise la combustion au lieu de la ralentir. C'est naturel, au contraire, si l'on s'en rapporte aux causes finales qui régissent la nature vivante. Plus la température extérieure est élevée, moins l'animal perd de chaleur par rayonnement; dès lors, il n'y a pas d'utilité pour lui à activer ses combustions internes, il a au contraire tout avantage à les ralentir.

Chez les animaux à sang froid qui n'ont pas à conserver une température uniforme pour l'accomplissement de leurs fonctions, les lois de la nature brute reprennent le dessus. L'activité chimique croît avec la température; elle peut doubler d'intensité, si la température est assez élevée.

Mais si en même temps que la température s'élève au dehors, l'activité chimique redouble à l'intérieur, il semble que la température interne de l'animal va devoir surpasser la température extérieure.

A ce point de vue, les animaux à sang froid ne se comportent pas tous de la même manière. Les types les plus opposés seront représentés par un batracien, la grenouille, et par un habitant des déserts arides de l'Afrique, le lézard fouette-queue.

Nous avons vu que la grenouille peut doubler son activité chimique sous l'action d'une température élevée, et cependant à l'air, sa température interne reste toujours inférieure de 2 ou 3 degrés à la température extérieure. C'est qu'à l'air sa transpiration est très énergique, et elle perd par là plus qu'elle ne gagne par ses combustions intérieures.

La grenouille, vivant généralement dans l'eau ou dans les terrains humides, n'a ordinairement pas à souffrir de la transpiration. Le lézard fouette-queue, qui promène sa queue armée de

(1) L. Krehl und F. Soetbeer, *Untersuchungen über die Wärmeœkonomie der poikilothermen Wirbelthiere.* PFLÜGER'S ARCHIV, t. LXXVII, p. 611.

piquants sur les sables brûlants des tropiques, serait vite desséché s'il avait quelque propension à transpirer. Aussi peut-on le placer dans un bocal à côté d'un hygromètre, sans que l'instrument accuse la moindre trace d'humidité.

Mais d'un autre côté, le fouette-queue ne redoute pas la chaleur; il s'expose bravement aux rayons du soleil, et une température interne de 42° ne semble pas l'incommoder. La grenouille meurt à 37°.

Influence des rayons Röntgen sur les protozoaires. — Dans le travail que nous analysons, il ne s'agit encore que d'études préliminaires. L'auteur lui-même ne considère pas les résultats obtenus comme complètement acquis.

Les recherches de Schaudinn (Berlin) (1) ont porté sur un grand nombre de protozoaires de tous les groupes, Rhizopodes, Sporozoaires, Flagellés, Ciliés.

Pour certains d'entre eux, l'influence a été tout à fait pernicieuse ; leurs mouvements commencent par se ralentir, puis bientôt la cellule elle-même entre en dissolution.

Comme on pouvait le prévoir, la présence d'une coquille entrave l'action des rayons X. Une membrane peut aussi servir d'écran protecteur. Au contraire, les rayons X opèrent le plus efficacement lorsque le protoplasme est lâche et riche en eau.

L'auteur a parfaitement raison de ne pas vouloir être trop hardi dans ses affirmations. On avait également attribué aux rayons Röntgen toutes sortes de méfaits dans leur action sur l'organisme et sur la peau en particulier. On est actuellement un peu revenu de ces préventions.

Résultats de l'hybridation chez les oursins. — Vernon (2) a profité de l'heureuse situation du laboratoire de Naples pour étudier les lois de l'hybridation des oursins.

Les œufs de ces échinodermes ont déjà servi à maintes expériences. Ils ont, d'ailleurs, une étrange vitalité. Réduits en fragments, ils sont encore capables d'être fécondés.

Trois espèces surtout ont été observées par Vernon : *Strongylocentrotus lividus*, *Sphærechinus granularis* et *Echinus microtuberculatus*.

(1) *Ueber den Einfluss der Röntgenstrahlen auf Protozoen.* PFLÜGER'S ARCHIV, t. LVII, p. 29.

(2) *The relations between the Hybrid and Parent forms of Echinoid Larva.* PROCEEDINGS OF THE ROYAL SOCIETY OF LONDON, t. LXIII, p. 228.

Pour opérer l'hybridation, l'auteur dépose des fragments d'ovaire, puis des fragments de testicule appartenant à une espèce différente, dans deux petits vases remplis d'eau. Ensuite il prélève dans chacun des deux vases une petite portion de leur contenu et mêle ces deux portions ensemble.

Après une heure, laps de temps suffisant pour la pénétration des spermatozoïdes, il transfère les œufs dans des vases plus grands d'une capacité de deux à quatre litres.

Un jour après, il examine un certain nombre d'œufs pour connaître la proportion de ceux qui sont vraiment fécondés.

Les œufs sont ensuite laissés à eux-mêmes pendant huit jours, c'est-à-dire, jusqu'à ce que les larves aient pris leur aspect caractéristique. Les larves des oursins réguliers sont assez singulières. Elles ressemblent à un chevalet portant aux deux sommets des épaulettes ciliées. C'est la forme appelée *pluteus*. Mais il existe, comme il est facile de le supposer, des différences entre les pluteus des diverses espèces.

Nous nous contenterons de signaler les résultats obtenus par l'hybridation réciproque de Sphærechinus et Strongylocentrotus.

Les œufs de Sphærechinus fécondés par les spermatozoïdes de Strongylocentrotus ont donné 10 p. c. d'œufs fécondés et 1 p.c. seulement de pluteus. Ce n'est qu'en été qu'on a quelque chance de succès ; en hiver, l'opération ne réussit presque pas.

De plus, les pluteus en mai, juin, juillet sont du type de la femelle ; de novembre à janvier, du type du mâle.

Si on féconde au contraire les œufs de Strongylocentrotus par les spermatozoïdes de Sphærechinus, on n'obtient pas de pluteus et presque pas d'œufs fécondés, à moins d'opérer de juin à août. A cette dernière époque, l'hybridation marche très bien, car 47 p. c. des œufs sont fécondés et 29 p. c. atteignent le stade de pluteus. Ceux-ci sont tous du type de la femelle.

Ces résultats demandent, pour être bien interprétés, d'être comparés à ceux qu'on obtient dans la fécondation normale, c'est-à-dire, entre individus de même espèce.

Les larves normales, soit de Strongylocentrotus soit de Sphærechinus, réussissent moins bien en été qu'en hiver. De plus, chez Strongylocentrotus, les larves d'été sont d'un tiers plus petites que celles des autres époques.

L'hybridation, on le voit, réussit le mieux aux époques précisément qui sont le moins favorables à la fécondation ordinaire. En d'autres termes, l'hybridation est favorisée par le peu de

maturité des ovules. Il semble que plus l'ovule est développé, plus il résiste à l'action d'un sperme étranger.

Cela s'accorde avec un résultat déjà obtenu par les frères Hertwig. Ils avaient reconnu que l'hybridation s'accomplit plus facilement si, au lieu de prendre un ovule frais, on opère sur un ovule ayant déjà séjourné dans l'eau pendant quelques heures et possédant par conséquent une vitalité moindre.

Une seconde conclusion, c'est que l'ovule impose généralement son type au pluteus. Le sperme est bien moins puissant, et il ne devient prépondérant qu'aux époques où son activité est surexaltée.

G. HAHN, S. J.

BIOLOGIE

—

Les modes de reproduction des insectes (1). — Aristote avait déjà entrevu que les insectes pouvaient présenter des phénomènes de genèse particulière qu'il classait sous le nom de *Lucina sine coitu*. La reproduction virginale des articulés peut être normale ou exceptionnelle, elle montre parfois aussi une série d'individus parthénogenésiques alternant avec la génération sexuée. Quelques espèces de papillons donnent naissance, sans accouplement préalable, à des œufs se développant complètement ou incomplètement. Des cas de parthénogenèse accidentelle s'observent chez les Lépidoptères *Bombycidae*. Barthélemy signala que les chenilles sortant des œufs non fécondés de la race univoltine de *Sericaria mori* meurent en hiver, tandis que celles des bivoltines et des polyvoltines continuent à se développer pendant la période hivernale. Après avoir rappelé que plusieurs espèces des genres *Gastropaca*, *Sphinx*, *Smerinthus* et *Arctia* offrent des phénomènes analogues, l'auteur mentionne que Carlier avait obtenu trois générations virginales de *Liparis dispar*, dont la dernière ne produisit plus que des mâles. Ce mode de reproduction, rare chez les insectes des autres ordres, a cependant été constaté chez quelques *Gastrophysa*

(1) *Les modes de reproduction des insectes*, par L. F. Henneguy. BULL. DE LA SOC. PHILOMATHIQUE, t. I, 9e série, no 2, pp. 41-86. Paris, 1899.

raphani, certaines Thenthrédinides, un *Paniscus* (ichneumonide), quelques *Cecidomyia* et des *Heliothrips*. Adler a vu que les œufs non fécondés de *Pteromalus pupparum* ne donnent généralement que des mâles. M. Henneguy fait connaître très minutieusement tout ce qui est relatif à la parthénogenèse constante appelée *Thélytokie* par Siebold et souvent mal interprétée par les naturalistes qui ont examiné trop superficiellement les insectes soi-disant *thélytokiques*. Il signale que M. Moniez a observé de petits mâles de *Lecanium hesperidum* dans les " gaînes ovariques „ de la femelle de cette espèce; que ces mâles ne se montrent jamais en liberté, et que des remarques analogues peuvent vraisemblablement s'appliquer à plusieurs espèces actuellement considérées comme *thélytokiques*. En corroborant, en partie, les savantes recherches du professeur de Lille, l'auteur dit qu'il a examiné une femelle de *Lecanium hesperidum* chez qui " le réceptacle séminal était rempli de spermatozoïdes bien développés et vivants „. Chez *Psyche helix*, *nitidella*, *Solenobia lichenella* et *triquetra*, il apparaît parfois une série de mâles succédant à des reproductions purement parthénogenésiques. Siebold et Leukart ont relaté que le réceptacle séminal femelle de la dernière de ces espèces était vide, que les œufs soi-disant non fécondés possédaient un micropyle paraissant indiquer, à l'évidence, qu'ils avaient été normalement fécondés par les mâles.

Occupons-nous maintenant d'un mode de reproduction mieux connu, de la parthénogenèse cyclique régulière des *Cynipides*, *Aphidides* et *Phylloxérides*. Chez les insectes de cette famille la génération sexuée alterne avec celle qui est parthénogenésique, et le dimorphisme sexuel peut être quelquefois hétérogonique. Plusieurs espèces de *Cynipides* produisent des galles différentes suivant l'époque où l'insecte parthénogenésique incise les végétaux. Anatomiquement parlant, il est curieux de constater que les femelles des deux générations, celle du printemps et celle de l'automne, ont un réceptacle séminal. L'appareil génital construit sur le même plan morphologique est cependant plus développé chez la forme virginale qui, pondant un plus grand nombre d'œufs, doit posséder un trocart plus résistant que la forme sexuée. Les caractères extérieurs et souvent si trompeurs de ces petits êtres ont conduit quelques entomologistes à décrire des espèces identiques sous des noms différents. C'est ainsi que parmi les 38 galles étudiées par Adler et correspondant, d'après lui, à un nombre équivalent d'espèces, quatre seulement sont bien distinctes.

Les pucerons ou *Aphidiens* ont une génération parthénogenésique offrant de curieux phénomènes de migration, et leur polymorphisme est plus nettement indiqué que chez les *Cynipides*. Ces frêles bestioles ont trois formes d'individus : des femelles sexuées, des femelles parthénogenésiques et des mâles. Dans la famille des pucerons, il existe des femelles aptères ou ailées, parthénogenésiques vivipares, des femelles aptères sexuées ovipares et des mâles aptères ou ailés.

M. Henneguy donne une bonne mise au point de tout ce qui est connu sur la reproduction des *Phylloxériens*, décrit en détail le *Ph. quercus* et signale que le cycle de cette espèce renferme cinq formes d'individus se groupant comme suit : la mère fondatrice, les agames aptères ailés ou émigrants, les agames aptères pondant des œufs sexués, et enfin les sexués. Les quatre premiers modes de reproduction sont parthénogenésiques ; le cinquième, qui a lieu en automne, fait apparaître les sexués ranimant par leur présence le flambeau de la vie prête à s'éteindre. Le *Phylloxera vastatrix*, comme plusieurs pucerons, a lentement quitté les parties aériennes de la vigne et, après une série d'adaptations, s'est insensiblement fixé, à l'approche de l'hiver, sur les racines de ce végétal. Après avoir parlé longuement de l'œuf d'automne de cette espèce et résumé beaucoup mieux l'histoire biologique de cet insecte que ne le font d'ordinaire les manuels classiques de viticulture et d'entomologie, M. Henneguy confirme la valeur des recherches de Balbiani en disant que dans les galles du redoutable ravageur, il n'a jamais rencontré que des femelles aptères parthénogenésiques et non de véritables nymphes.

Les *Chermes* ont fait l'objet de nombreuses recherches biologiques. Leur cycle évolutif, qui est de deux années, peut présenter six formes de génération et un changement d'hôte, c'est-à-dire que l'insecte ayant commencé son développement sur une espèce de plante le poursuit sur une autre. Quelques *Chermes* ont un cycle de deux ans accompagné de migration ; pour d'autres, il n'est que d'une année, et alors l'insecte ne quitte pas la plante qui l'a vu naître. Quand les exilés de *Chermes* font défaut, dans le cycle de deux années, l'espèce séjourne d'abord sur sa plante normale *(Epicea)*, puis continue à se développer sur le pin, le mélèze ou le sapin. Avec M. Henneguy nous pensons que, pour ces articulés, le *Picea excelsa* paraît avoir été la plante primitive où ils subissaient toutes leurs métamorphoses. A l'appui de cette thèse, on peut citer que plusieurs *hémiptères homoptères* de ce genre, qui ont conservé cette habitude atavique,

ne quittent pas les *Epicea* pendant toute la durée de leur courte existence.

L'œuf d'automne des *Chermes*, comme chez les *Phylloxera*, produit la génération du printemps. L'auteur signale qu'on trouve sur l'*Epicea* et les *Conifères*, d'autres *Chermes* ne subissant pas de migration et dont les générations, étant vraisemblablement des variétés de diverses espèces, semblent être uniquement parthénogenésiques. Les champignons du groupe des *Urédinées* offrent des variations analogues à celles des *Chermes*, car le *Puccinia graminis* croît sur deux plantes différentes. Ce fait montre qu'il existe une corrélation entre le développement de ces végétaux inférieurs et celui de *Chermes*.

Tout en résumant l'état actuel de nos connaissances sur la biologie de l'abeille domestique, M. Henneguy étudie en détail la célèbre théorie dite de *Dzierzon*, décrite dans les ouvrages d'apiculture. Ce savant a affirmé que la reine abeille peut pondre à volonté des œufs fécondés ou non, dont les premiers sont déposés dans des alvéoles hexagonales. Perez, qui a entrepris des expériences de métissage sur *Apis mellifica*, a vivement attaqué les recherches de Dzierzon en prétendant surtout que l'action du mâle s'exerce sur les œufs que cet auteur considérait comme non fécondés. Quoi qu'il en soit, cette théorie est établie d'après des observations minutieusement contrôlées et la parthénogenèse de l'abeille domestique, qui se rencontre aussi chez les bourdons, les guêpes, les polistes, les fourmis et d'autres *Aculeata*, semble être parfaitement démontrée. Les guêpes sont très polymorphes, et la reine et quelques ouvrières peuvent pondre des œufs. Marchal a constaté que c'est l'action combinée de la nourriture et de la disparition de la reine qui ramène ces insectes au type atavique et donne la fécondité aux ouvrières. Les mâles peuvent être produits par la reine ou les ouvrières pondeuses.

Les polistes présentent des phénomènes reproductifs voisins de ceux des guêpes, et plusieurs femelles peuvent participer à l'accroissement d'un même nid. De Saussure et Henneguy disent que la forme hexagonale des alvéoles, primitivement cylindrique chez les hyménoptères sociaux, est due à la réunion d'un certain nombre de cellules sur une aire très limitée. Après quelques mots sur les *Mélipones*, les *Trigones* et les *Halictus*, l'auteur fait connaître les diverses formes ergatoïdes pouvant s'observer dans une fourmilière. Malgré leur polymorphisme, les Termites se reproduisent probablement par voie sexuée; car la parthéno-

genèse n'a pas encore été remarquée chez ces *Pseudo-Orthoptères*. Plusieurs auteurs, parmi lesquels il faut citer von Baer, Siebold et Wagner, ont constaté que les nymphes de certains *Cecidomyides* et de plusieurs *Chironomus* peuvent pondre avant leur état d'*imago*. Chez ces insectes, les cellules sexuelles se montrent dès la segmentation ou avant la présence du blastoderme. Ce curieux phénomène, connu sous le nom de pœdogenèse, se voit aussi chez les *Cercaires* et les *têtards* de grenouilles. La néoténie diffère de la pœdogenèse par la persistance chez les adultes de quelques insectes de caractères propres aux larves. En résumant les divers modes de reproduction des articulés, M. Henneguy oublie de parler de la pœcilogonie décrite, avec tant de soin, par M. le professeur A. Giard (1).

D'après Hatschek, il y a trois espèces de *parthénogenèse* : la *normale*, la *cyclique* et la *progenèse parthénogenésique*. La *parthénogenèse exceptionnelle* des Bombycides ne rentre dans aucune des divisions admises par cet auteur et M. Henneguy lui donne le nom de *Tychoparthénogenèse*. Il complète encore le tableau de Hatschek, en y introduisant la *reproduction habituelle* des insectes et celle appelée *cyclique dimorphe* du *Cynips Calicis* par M. Beijerinck. Le mémoire de M. Henneguy, savamment compilé, est au courant de tout ce qui a paru sur la reproduction des arthropodes ; il sera lu avec fruit par ceux que passionnent les études biologiques, physiologiques, anatomiques et systématiques des vertébrés et des invertébrés.

FERNAND MEUNIER,
Assistant au Service géologique de Belgique.

SCIENCES INDUSTRIELLES

Traction électrique des tramways.— Le BULLETIN DE L'ASSOCIATION AMICALE DES INGÉNIEURS ÉLECTRICIENS (Année 1899) contient une intéressante analyse du rapport de M. A. Ziffer, au Congrès de l'Union Internationale permanente des tramways. Nous citons quelques passages de cette analyse.

(1) *Convergence et Pœcilogonie chez les insectes.* ANN. DE LA SOC. ENT. de France, t. LXIII, p. 128. Paris, 1894.

Pour les différents modes de traction électrique que le Congrès a examinés dans sa dernière réunion, on peut adopter la classification suivante :

1° par accumulateurs,

2° par conduite de courant aérienne ;

3° par conduite de courant souterraine:

4° par traction mixte comprenant ;

a) fil aérien avec accumulateurs ;

b) conduite aérienne et souterraine combinée ;

5° par adduction de courant au niveau des rails ;

6° par conducteur de courant continu au moyen d'un troisième rail isolé, appelé aussi système à rail central ;

7° par courant polyphasé (triphasé) ;

8° par courant alternatif monophasé.

1° *Traction par accumulateurs.* Les principaux avantages de ce système sont les suivants : il rend les véhicules indépendants les uns des autres et de l'usine centrale, il n'exige pas de transformation de la voie ordinaire, ne nuit pas à l'esthétique des rues et se combine facilement avec le système à conduite aérienne ou souterraine. Voici, d'autre part, ses inconvénients : le poids élevé des accumulateurs réclame une voiture plus lourde, une superstructure et une infrastructure de ligne plus fortes qu'avec les autres systèmes ; le prix des accumulateurs est élevé et leur durée courte ; les dépenses d'exploitation sont augmentées, puisqu'il faut remorquer une batterie pesant une tonne à deux tonnes et demie ; la perte d'énergie est de 25 à 45 p. c. ; il faut s'astreindre à des précautions pour éviter les dégagements acides dans la voiture pendant la charge ; la puissance dans les rampes est réduite ; enfin des recharges assez fréquentes des batteries s'imposent (après 30 kilom. en moyenne).

2° *Conduite par fil aérien.* Les avantages principaux sont : une réduction des dépenses d'établissement et d'exploitation ; une grande capacité de rendement permettant le remorquage de voitures d'attelage sans difficultés ; la facilité d'assurer l'isolement de la conduite ; enfin la légèreté des voitures.

Le meilleur argument en faveur de ce système est qu'il est, de fait, adopté sur 95 p. c. des lignes électriques du monde.

Ce système toutefois n'est pas sans inconvénients qui lui viennent de sa dépendance d'une usine centrale ; du préjudice qu'il porte à l'aspect des rues et des places publiques, au point de vue esthétique ; des perturbations causées dans les réseaux télégraphiques ; des effets électrolytiques nuisibles aux conduites de gaz et d'eau, provenant du retour du courant par les rails.

En général, il convient que la tension de 350 volts ne soit pas dépassée ; au-dessus il y a danger pour l'homme atteint accidentellement par les conducteurs.

3° *Traction électrique à conduite souterraine.* Elle supprime les poteaux, supports, etc. ; n'occasionne pas de perturbations dans les réseaux télégraphiques ou téléphoniques, ni d'électrolyse des conduites d'eau et de gaz, puisque le fil de retour est isolé. En revanche, elle exige la dépendance d'une usine centrale ; se heurte au coût élevé d'installation ; réclame un entretien et un nettoyage difficiles et dispendieux du chenal qui est peu accessible ; expose à des interruptions du circuit provoquées par les courts circuits, la fonte des neiges, l'eau de pluie, la boue etc. entrant dans le chenal par la rainure et nécessitant le dépavage de la chaussée ; de plus, son application est impossible sur les ponts existants qui n'ont pas l'épaisseur de voûte suffisante.

4° *Traction mixte. a) Conduite aérienne combinée avec accumulateurs.* Appliqué aux lignes de pénétration dans les villes qui prohibent le trolley, le parcours urbain se fait avec accumulateurs et le parcours extérieur sur trolley, en rechargeant les accumulateurs. Ce système n'est réellement avantageux que si les parcours à conduite aérienne sont plus courts que ceux qui réclament les accumulateurs.

b) Conduite aérienne combinée avec la conduite souterraine. C'est une deuxième solution pour les réseaux de tramways de pénétration dans les grandes villes, lorsque l'emploi du trolley est prohibé. Ce système a les avantages et les inconvénients inhérents à chaque conduite.

5° *Traction électrique par adduction de courant au niveau des rails.* La différence entre ce système et celui de la conduite souterraine, consiste en ce que la conduite est ici encastrée dans la chaussée.

Des boîtes de contact situées entre les deux rails de roulement et espacées d'une demi-longueur de voiture, sont attaquées automatiquement par une prise spéciale de courant placée sous la voiture. Il est indispensable que les boutons de contact placés avant et après la voiture soient très bien isolés, afin d'éviter les accidents mettant en danger les passants et les véhicules. Ce système serait très pratique pour l'intérieur des villes qui prohibent le trolley aérien et souterrain, n'étaient la formation d'étincelles à la prise et à la fermeture du contact aux boîtes et la difficulté de surveiller les nombreuses parties mobiles inaccessibles et d'en maintenir l'isolement suffisant.

6° *Courant continu au moyen d'un troisième rail.* Ce système se recommande par sa simplicité, par le coût relativement peu élevé d'établissement et la facilité de surveillance et d'entretien. Mais il n'est pas applicable à l'intérieur des villes à cause des dangers qu'il présente. et entraîne des frais d'exploitation très élevés.

7° *Système à courant polyphasé.* L'avantage principal de ce système consiste à pouvoir desservir des réseaux très étendus avec des pertes insignifiantes et des conduites peu coûteuses. Des chutes d'eau éloignées peuvent être utilisées plus facilement et avec un bien meilleur rendement que lorsqu'il s'agit d'employer le courant continu.

En outre, le moteur à courants polyphasés est d'une construction plus simple et plus robuste que le moteur à courants continus dont le collecteur est ici très avantageusement remplacé par de simples bagues.

Les extra-courants, dangereux avec le courant continu, et les phénomènes d'électrolyse sont évités.

L'objection principale que l'on peut faire à ce système est la nécessité d'employer au moins deux fils aériens.

La première installation faite d'après ce système a été celle de Lugano (1895), d'une longueur de 5 kilomètres.

Depuis lors, le même système a été adopté pour :

a) Le chemin de fer de Zermat-Gornergrat, d'une longueur de 10 kilom.

b) Le chemin de fer de la Jungfrau, d'une longueur de 14 kilom.

c) Le chemin de fer Berthoud-Thoune, d'une longueur de 40 kilom.

8° *Système à courant alternatif monophasé.* Ici le courant primaire peut être transporté à de grandes distances ; la transformation de la haute tension en basse tension, par des appareils fixes, ne nécessite ni surveillance ni manipulation ; la basse tension du courant utilisé n'expose à aucun danger ni les voyageurs, ni les passants, ni les véhicules ; enfin la formation d'étincelles est évitée.

Essais d'isolateurs en verre pour lignes industrielles. — Si les isolateurs en verre possèdent certains avantages qui les ont fait employer sur les lignes télégraphiques et téléphoniques américaines, ils présentent aussi certains inconvénients qui ont jusqu'ici empêché leur emploi de se généraliser. D'après M. Quantin, qui n'hésite pas à appeler l'isolateur en verre " l'isolateur de

l'avenir „, toutes les difficultés de fabrication et d'emploi seraient aujourd'hui vaincues.

La casse spontanée des isolateurs en verre, par suite d'un recuit insuffisant, est évitée par un procédé spécial de recuisson ; leurs propriétés hygrométriques, si nuisibles au point de vue de l'isolement, sont éliminées par l'emploi d'un verre peu riche en sels alcalins ; le moulage, rendu difficile par l'abaissement de la teneur en alcalis, s'effectue néanmoins avec une très grande régularité.

Les essais, faits au Laboratoire central d'électricité, ont porté sur une dizaine d'isolateurs en porcelaine à double cloche du commerce et un même nombre d'isolateurs en verre de fabrication nouvelle. Les dimensions des isolateurs en porcelaine étaient: hauteur, 10 cm. ; diamètre à la base, 7 cm. ; diamètre au col, 3,3 cm. ; celles des isolateurs en verre : hauteur, 9,5 cm. ; diamètre à la base, 8 cm., diamètre au col, 3,8 cm. Les mesures de la résistance d'isolement ont donné les résultats suivants :

Conditions atmosphériques	Résistance d'isolement en mégohms d'un isolateur en :		Rapport des résistances d'isolement
	Porcelaine	Verre	
A l'intérieur, salle non chauffée (13°)	166 000	785 000	4,7
Beau temps (13°)	8 850	48 600	5,5
Couvert, il avait neigé le matin (4°)	528 800	4 140 000	7,8
Chute de neige	217	4 780	22
Beau temps sec	2 420 000	17 100 000	7
Pluie fine (12°)	419	4 520	10,8
Pluie	199	11 400	57,3
Pluie d'orage (16°)	360	2 120	5,9

Des essais faits avec des tensions croissant de 5 000 à 14 000 volts ont donné :

	Porcelaine	Verre
de 5 000 à 7 000 volts	lueurs violettes visibles au col	pas de lueurs
de 7 000 à 10 000 volts	lueurs plus vives	lueurs violettes
de 10 000 à 13 000 volts	les isolateurs sont percés	lueurs violettes
de 13 000 à 14 000 volts maintenus, à trois reprises, 5 ou 10 minutes	les isolateurs ont été cassés	lueurs violettes, mais aucune casse

Le revêtement en verre des fils de fer ou de nickel. — Le verre est un excellent isolant, quand il est sec; de plus, certaines qualités de verre sont assez dilatables pour pouvoir être associées au fer ou au nickel sans craindre que les variations de température ne détruisent la liaison. On a cherché depuis longtemps à tirer parti de ces propriétés pour isoler les fils de ces métaux en les recouvrant d'une couche de verre; mais l'opération rencontre bien des difficultés. Les fils s'oxydent quand on les chauffe au contact de l'air; on aboutit à une liaison perméable aux gaz et dont l'étanchéité n'est qu'incomplète. Pour empêcher l'oxydation, on a soustrait le métal à l'action de l'air en le plaçant dans un tube de verre de diamètre convenable dans lequel on faisait le vide, et que l'on fondait ensuite sur le fil. Mais la pression atmosphérique, en écrasant l'isolant, y produisait, pendant la fusion, des plis longitudinaux.

L'*Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft* a résolu le problème de la manière suivante. Le fil métallique est placé dans un tube de verre très mince et à coefficient de dilatation aussi grand que possible; on chasse l'air du tube par un courant de gaz inerte; on fond alors le verre sur le métal qui se trouve ainsi à l'abri de toute oxydation.

On peut ensuite le recouvrir d'une couche plus épaisse de verre, si c'est nécessaire.

La stérilisation de l'eau par l'ozone. — La Revue d'Hygiène donne les résultats de quelques tentatives d'épuration des eaux par l'ozone.

A Berlin, l'eau du lac de Tegel a exigé, au laboratoire, 2 à 3 milligrammes d'ozone actif pour 200 centimètres cubes d'eau. Pour l'eau de la Sprée, il faudrait 9 grammes environ d'ozone par mètre cube, d'après les expériences faites dans l'installation de stérilisation d'eau par l'ozone, créée par Siemens et Halske, et où on traite 80 mètres cubes d'eau par jour.

L'eau d'abord grossièrement épurée à l'aide d'un filtre, circule dans une tour remplie de cailloux et à la partie inférieure de laquelle arrive l'air ozonisé. On a reconnu qu'une dépense de 60 grammes d'ozone actif par heure détruit 99 p. c. des germes contenus dans l'eau avant son entrée dans la tour.

Dans cette opération plus des 2/3 de l'ozone s'échappe sans avoir produit d'effet; si tout l'ozone avait pu agir, la dépense n'eût été que de 1 à 2 grammes par mètre cube d'eau.

Des essais de laboratoire faits sur des eaux d'égout préala-

blement filtrées et relativement pauvres en matières organiques, ont permis d'obtenir une stérilisation complète de 100 centimètres cubes d'eau avec 35 milligrammes d'ozone, soit 3 1/2 grammes par mètre cube d'eau.

Les canons-automobiles. — M. F. R. Simons a présenté à la récente exposition de cycles et d'automobiles de Richmond, différents modèles de canons-automobiles.

Le *motor-scout*, ou éclaireur automobile, est un quadricycle à pétrole sur lequel est fixé un canon Maxim n° 4. La puissance du moteur est de 1.5 cheval; la provision de combustible que peut emporter l'appareil lui permet d'effectuer un parcours de 400 kilomètres. Le tireur, protégé par un bouclier d'acier fixé à l'avant du quadricycle, peut, sans se découvrir, prendre les sacs de cartouches et les vider dans le système automatique d'alimentation de la mitrailleuse.

Le *motor car of war* est une voiture automobile blindée, actionnée par un moteur à quatre cylindres de 16 chevaux. Sur la plate-forme de la voiture, sont montées deux tourelles qui contiennent chacune un canon Maxim de petit calibre et abritent les tireurs. Un système de miroirs permet au conducteur de diriger la voiture sans se découvrir. Enfin le moteur peut actionner une dynamo alimentant un projecteur électrique puissant et pouvant, au besoin, donner des secousses violentes à ceux qui tenteraient l'assaut de la voiture avant d'avoir mis le moteur hors de service.

Câbles en papier. — Des câbles en papier pour transmissions sont fabriqués depuis quelque temps par les *Ironmongers Rope Works*, à Wolverhampton. Ces câbles sont très souples et se plient, avec la plus grande facilité, même au diamètre de 38^{mm}. On les fait de trois torons dont chacun est formé de torons secondaires de pâte à papier auxquels on a donné une torsion initiale. On les trempe dans une composition formée principalement d'huile cuite.

La résistance de ces câbles n'est pas tout à fait égale à celle du chanvre de Manille; toutefois, comme pour les câbles de transmission on adopte un coefficient de sécurité assez élevé, cela ne présente pas d'inconvénient sérieux. Les épissures se font comme avec les autres câbles, mais sur une plus grande longueur.

Le BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS reproduit

les résultats d'expériences comparatives faites sur l'adhérence aux poulies de diverses espèces de câbles.

On a employé une poulie à gorge unique de $0^m,61$ de diamètre, portée sur un axe horizontal et tournant à la vitesse uniforme de 54 tours par minute. On mettait successivement sur la gorge des câbles de diverse nature ; une extrémité était attachée au crochet d'un dynamomètre fixé au plancher ; à l'autre extrémité on suspendait successivement des poids de 3,17 kgr., 6,34 kgr., et 12,64 kgr.

Voici, pour chacun de ces poids, l'effort produit sur le dynamomètre :

Diamètre de la corde 25^{mm},	3,17 kgr.,	6,34 kgr.,	12,64 kgr.
Chanvre de Manille	15,4 "	38 "	54 "
Coton blanc non apprêté	22,2 "	38 "	69,8 "
Coton blanc apprêté	20,4 "	36,2 "	61 "
Papier	28,5 "	47,6 "	85,6 "

De ces expériences il résulte que l'adhérence du papier surpasse celle des autres substances essayées. En effet, le coefficient de frottement f est donné par la formule $f = \frac{1}{\alpha} l \frac{P}{l}$ où l désigne le poids suspendu à la corde, P la tension du dynamomètre, α l'arc embrassé par la corde.

Or, α ayant la même valeur dans toutes ces expériences et le rapport $\frac{P}{l}$ ayant la plus grande valeur pour le papier, il s'ensuit que le coefficient de frottement de cette dernière substance est le plus grand.

Les câbles furent examinés après l'essai ; le câble en papier était simplement poli, tandis que les autres montraient des signes d'usure par frottement.

A l'usine où on fabrique ces câbles, il y en a un qui marche continuellement depuis près de deux ans, actionnant une machine à 45 mètres de distance de l'arbre principal et courant à la vitesse de 3,50 mètres par seconde ; il passe, en route, sur plusieurs galets-guides qui ne sont pas en ligne droite. Un second câble de même matière, de 6,10 mètres de longueur et de 41 millimètres de diamètre, transmet à la vitesse de 3,50 mètres par seconde, le travail d'un moteur de 6 chevaux depuis onze mois. Ces deux câbles ne montrent aucun signe d'usure, tandis qu'un câble en coton, fonctionnant dans le voisinage et dans des conditions analogues, mais avec beaucoup moins d'effort, est déjà passablement usé.

La première machine soufflante actionnée par les gaz de hauts-fourneaux. — La première machine soufflante actionnée par les gaz de hauts-fourneaux a été mise en marche à la société John Cockerill à Seraing, le 20 novembre 1899. Cette installation marque une date dans l'histoire de la métallurgie de la fonte.

Le moteur, du système Delamare-Deboutteville, a une puissance effective de 600 chevaux. Le moteur et le cylindre soufflant sont disposés horizontalement, en tandem ; le cylindre soufflant est attaqué par la tige du piston-moteur derrière le cylindre à gaz. Les deux pistons ont donc la même course ; elle est égale à 1400 millimètres. La tige du piston traverse un *stuffing-box* dont le fonctionnement est irréprochable. Le moteur à gaz, d'un diamètre intérieur de 1300 millimètres, est à simple effet ; il travaille suivant le cycle à quatre temps.

Le piston-moteur attaque directement une bielle de 4,40 mètres de longueur et de 300 millimètres de diamètre. L'arbre coudé, qui est équilibré, a un diamètre de 460 millimètres de diamètre ; son poids est de 20 tonnes. Cet arbre tourne dans deux robustes paliers reliés au cylindre à gaz par quatre tirants en acier forgé qui donnent au moteur l'aspect d'une presse hydraulique. L'arbre coudé porte un volant de 5 mètres de diamètre pesant 35 tonnes, et supporté par un palier extérieur.

Le poids total de la machine est de 160 tonnes. Le cylindre à gaz et le cylindre soufflant sont réunis par des entretoises en fonte formant guides pour les tiges de piston.

Le cylindre de la soufflerie a un diamètre de 1,70 mètres et le volume engendré par le piston, à raison de 80 tours par minute, est de 500 mètres cubes par minute ; la pression de refoulement est de 40 centimètres de mercure. Le moteur développe dans ces conditions de 500 à 550 chevaux utiles.

Les soupapes d'aspiration de la soufflerie sont disposées sur les fonds et sur deux couronnes circonférentielles ; elles offrent un passage ample et facile à l'air aspiré.

Ces soupapes sont des clapets Corliss en acier, de 80 millimètres de diamètre et 1 millimètre d'épaisseur, pressés sur le siège par des ressorts à boudin.

Un dispositif spécial est à l'étude, qui permettra à cette machine soufflante d'atteindre la pression de 1 atmosphère avec une réduction du débit de 40 p. c. environ.

Le gaz qui alimente le moteur est pris sur la conduite générale des hauts-fourneaux ; il n'est pas épuré, mais simplement refroidi dans une caisse rectangulaire en tôle de 1,25 mètres

× 6 mètres × 6 mètres, par cinq pulvérisateurs Koerting de 10 millimètres ; la température du gaz est ainsi ramenée à 20° centigrades environ, condition favorable à une bonne marche.

Le fonctionnement du moteur n'est influencé ni par les poussières, ni par l'humidité du gaz. Il est utile que celui-ci soit le plus froid possible.

La mise en marche du moteur se fait sûrement et simplement; la première explosion est donnée par l'air carburé à l'essence de pétrole ; on n'emploie ni moteur spécial, ni air comprimé pour la mise en train et le moteur part toujours sans difficulté.

Les moyens d'accès à la région du Klondyke. — Les mines d'or découvertes dans la région du Klondyke ont provoqué un mouvement considérable d'immigration dans ce pays, malgré son climat rigoureux et les difficultés de tout genre qu'il présente pour les étrangers. La première de ces difficultés est celle d'atteindre Dawson City, le centre de la région des mines. Il y a à parcourir environ 1000 kilom. sur piste, au milieu des neiges et de la glace, sans autre moyen de transport que des traîneaux. Dès l'entrée de cette route, à 20 kilom. de l'Océan, on est arrêté par une haute falaise de près de 1000 mètres, dont l'accès est des plus difficiles, et dont les deux points de passage principaux sont la White Pass et la Chilkoot Pass. Près de 5000 personnes les franchissent chaque mois. Au début le transport des marchandises sur ces sommets ne pouvait s'effectuer qu'à dos d'homme, et le prix demandé atteignait 5 fr. par kilogr. par la voie de Chilkoot et 0,80 fr. par l'autre voie. Au delà on avait à choisir entre la route de terre, utilisable pendant huit mois de l'année, et la voie du fleuve Yukon qui n'est navigable que pendant trois mois et dont les méandres portent à 6000 kilom., au lieu de 2500 kilom., la longueur du chemin à parcourir.

Une première tentative pour améliorer les conditions d'accès de la White Pass fut faite en 1898 par M. Brakett, qui construisit une route carrossable. Mais les déclivités en étaient si prononcées que deux chevaux pouvaient à peine remorquer 180 kgr. sur un traîneau.

A la Chilkoot Pass on installa un système de halage funiculaire mû, d'abord par des chevaux, puis par un appareil à gazoline, et permettant de hisser des charges d'environ 1000 kilogr. Actuellement, de l'extrémité du canal Lynn part une route de voitures qui aboutit presque sans pente à Canyon City ; de là un transporteur à câble aérien conduit, jusqu'au sommet de la Chilkoot Pass, les marchandises par charges maxima de 182 kgr.

En 1898 surgit un nouveau compétiteur, le chemin de fer de la White Pass et du Yukon. Il fut d'abord établi de Skagway jusqu'au sommet de la White Pass, soit sur 32 kilom., puis fut prolongé de 65 kilom. jusqu'à l'entrée du lac Bennett. Il doit être ultérieurement continué sur 600 kilomètres jusqu'à Fort Selkirk, sur les bords du fleuve Yukon. De ce point à Dawson City il n'y a plus que 300 kilomètres et le fleuve est parfaitement navigable. Grâce au chemin de fer, le tarif de transport des marchandises du lac Lynn au lac Bennett est réduit à 0 fr. 40 par kilo, soit un vingtième de ce qu'il était il y a deux ans, et des traités ont pu être conclus pour transporter les marchandises des villes du Canada jusqu'à Dawson City à raison de 0 fr. 88 par kilogramme.

Les marines de guerre. — D'après ENGINEERING l'Angleterre possède 70 cuirassés construits ou en construction, alors que pour les autres puissances les chiffres sont : France, 36 ; Russie, 24 ; Allemagne, 23 ; Italie, 19 ; États-Unis, 16 ; Japon, 7.

Ce sont les Italiens qui possèdent les plus grands cuirassés à flot, le *Lepanto*, ayant un déplacement de 15 550 tonnes, et l'*Italia* un déplacement un peu inférieur seulement.

Les cinq navires de la classe anglaise *Formidable* n'ont que 15 000 tonnes, et les trois gros cuirassés récents construits pour le Japon n'atteignent que 15 200 tonnes. Il est cependant douteux que les géants italiens puissent résister aux attaques de cuirassés plus petits, mais mieux défendus contre l'action des puissants explosifs.

Tous les cuirassés des États-Unis sont modernes ainsi que ceux du Japon.

Parmi les cuirassés construits depuis 1890 on trouve 38 cuirassés anglais, dont 32 déjà lancés ; ce sont de puissants navires dont les plus petits, le *Barfleur* et le *Centurion*, ont chacun 10 500 tonnes de déplacement ; pour dix d'entre eux le déplacement dépasse 14 000 tonnes.

En France, on compte, pour la même période, 17 cuirassés dont le déplacement varie entre 6600 et 12 000 tonnes.

Les Russes ont construit depuis 1890, 18 cuirassés dont 11 sont lancés ; ils sont plus grands que les cuirassés français et trois d'entre eux : *Borodino*, *Alexandre III* et *Orel*, ont un déplacement de 13 300 tonnes.

L'Allemagne a également construit 17 cuirassés depuis 1890, mais un certain nombre de ces navires n'ont que 3000 à 4000 tonnes de déplacement.

L'Italie depuis 1890 n'a construit que quatre cuirassés : *Sicilian* et *Sardegna* de plus de 13 000 tonnes chacun, et deux autres lancés en 1897, mais non terminés, de 9645 tonnes chacun.

Tous les cuirassés des États-Unis datent de moins de dix ans; il y en a 16, dont six ne sont pas encore lancés, cinq lancés mais non achevés, et cinq en service. Ils sont tous de plus de 10 000 tonnes, sauf le *Texas*, et les trois derniers projetés atteignent 13 500 tonnes chacun.

Quant au Japon, tous ses cuirassés, excepté le *Chin Yen* transformé, sont de la dernière moitié de la décade ; le plus petit d'entre eux est le *Yashima*, dont le déplacement est de 12 300 tonnes.

L'emploi industriel de l'air liquide. — Lorsqu'on veut se rendre compte de la valeur industrielle de l'air liquide comme producteur de froid ou comme producteur de force motrice, on doit commencer par résoudre les deux questions suivantes :

1° Quel est le prix de revient de l'air liquide ?

2° Combien de temps l'air peut-il être conservé à l'état liquide?

Dans les trois dernières années on a construit de nombreuses machines pour liquéfier l'air (système Linde). La plus grande de ces machines consomme environ 100 chevaux-vapeur par heure, pour une production de 50 kilogr. d'air liquide, tandis que les petites machines ne produisent que 1 kilogr. d'air liquide pour 3 chevaux et par heure. D'après M. Linde, il n'est pas impossible qu'on puisse réduire la puissance consommée à 1 cheval par kilogramme d'air liquide.

En tenant compte des frais d'installation, d'amortissement, etc., on peut adopter 12 cts comme prix de revient minimum d'un kilo d'air liquide.

Quant à la durée de la conservation de l'air sous forme liquide, on a constaté qu'un litre d'air liquide, placé dans un réservoir à doubles parois entre lesquelles on a fait le vide, nécessite 14 jours pour se vaporiser complètement.

Les réservoirs ordinaires, d'une contenance de 50 litres, employés dans la pratique, sont assez bons conducteurs de la chaleur ; il en résulte que l'air s'y vaporise rapidement, environ 4 % par heure. On fait des essais pour construire des réservoirs en fer blanc, à doubles parois argentées, dans lesquels on espère réduire la vaporisation à 1 % par heure.

Le prix de revient très élevé de l'air liquide rend son usage pour la production du froid 40 à 50 fois plus coûteux que celui

des machines frigorifiques à ammoniaque, aussi longtemps que les températures sont peu en dessous du zéro centigrade. On ne saurait donc songer à employer l'air liquide comme producteur du froid que lorsqu'il s'agit d'atteindre des températures très basses — en dessous de —50°. D'autre part, l'air liquide ne convient pas non plus comme producteur de force motrice. Pour effectuer le travail d'un cheval par heure, il faudrait jusque 10 litres d'air liquide.

Emploi de l'air liquide comme explosif. Des essais faits avec l'air liquide comme explosif ont été exécutés à Vienne, en présence de représentants du Comité technique militaire. On a opéré sur de l'air liquide provenant de la fabrique de Linde, à Munich, et transporté dans des bidons munis de l'enveloppe à vide de Dewar, pour combattre l'évaporation.

Au moment de l'expédition, le mélange liquide, oxygène et azote, contenait 75 % d'oxygène ; soixante-douze heures après, lorsqu'on employa le liquide, on constata que, par suite de l'évaporation plus rapide de l'azote, la richesse du mélange en oxygène était de 85 %.

Les cartouches étaient composées d'air liquide, de pétrole et de *Kieselguhr* (terre d'infusoires). L'air liquide représentait de l'oxygène presque pur (85 % d'oxygène et 15 % d'azote) ; le kieselguhr joue ici le même rôle que dans la dynamite, celui d'absorbant.

Ces cartouches, appelées oxylignites, peuvent être préparées de deux manières.

On peut mélanger l'huile de pétrole et le kieselguhr dans un bassin, et ajouter graduellement l'air liquide. La pâte ainsi formée est versée dans les enveloppes des cartouches, lesquelles sont revêtues d'amiante pour prévenir l'échauffement par les corps en contact.

On peut aussi charger les cartouches avec le mélange de kieselguhr et de pétrole et y ajouter ensuite l'air liquéfié.

On enveloppe dans certains cas les cartouches d'une feuille de plomb.

Le froid intense dû à l'évaporation partielle de l'air liquide rend très pénible la manipulation de ces cartouches, et on ne parvient pas sans peine à y attacher les détonateurs et les fusées. L'évaporation du liquide est très active, surtout dans les cartouches à enveloppes de plomb, et on a remarqué que ces car-

touches sont moins énergiques. On plaçait les cartouches dans des trous de $0^m,75$ de profondeur pratiqués dans le rocher.

Voici les observations faites par le général d'artillerie Hess sur ces essais.

Le mode de préparation des cartouches est peu économique et il est dangereux pour les yeux.

L'évaporation rapide du liquide ne permet pas d'estimer l'effet que produira la cartouche, même d'une manière approximative.

Le kieselguhr et l'huile minérale paraissent bien répondre au but, et l'oxylignite serait un explosif de valeur sous les réserves qui précèdent.

Il est nécessaire d'employer les cartouches dans les quinze minutes qui suivent leur préparation.

Il n'y a pas, en général, à craindre de ratés ; mais il est difficile de tirer plusieurs cartouches à la fois, vu la nécessité de les fabriquer sur place, ce qui n'est pas toujours commode, surtout au fond des mines où on est exposé à voir les projections de liquide briser les verres des lampes de sûreté.

Il resterait à examiner si le dégagement possible de volumes considérables d'oxygène ne pourrait occasionner des explosions spontanées de grisou ou de poussières de houille.

N. S.

CHIMIE

Les explosifs (1). — Certaines actions chimiques sont capables de produire, en un temps très court, une quantité considérable de gaz ou de vapeurs portés à une très haute température. Le volume que tendent à prendre les produits de la réaction est souvent plusieurs milliers de fois plus grand que le volume primitif des substances mises en jeu. Cette expansion est parfois la conséquence de la seule élévation de température : il en est ainsi dans le pistolet de Volta, où l'on enflamme un mélange de 2 volumes d'hydrogène avec 1 volume d'oxygène donnant

(1) NATURE, April 5, 1900 : *Modern explosives*, a lecture delivered at the London Institution by M. J. S. S. Brame.

2 volumes de vapeur d'eau, soit un volume final inférieur, à la pression et à la température primitives du mélange, au volume des gaz combinés. Mais c'est là plutôt une exception : en règle générale, un dégagement abondant et une température élevée travaillent de concert. C'est le cas pour la nitroglycérine. D'après Nobel, la déflagration de ce corps donne une masse gazeuse dont le volume, dans les conditions ordinaires de température et de pression, est 12 000 fois plus considérable que le volume primitif. Grâce à la chaleur dégagée pendant la réaction, ce nombre doit encore être multiplié par 8. On donne plus particulièrement à ces substances le nom d'*explosifs* et à la réaction chimique qui produit leur déflagration brusque, quand elle s'accompagne d'effets mécaniques énergiques, le nom d'*explosion*. Le rapport entre le volume des produits dilatés et le volume des substances primitives donne, dans bien des cas, la mesure approximative de la puissance mécanique que développe une explosion.

Toute explosion se ramène, en somme, à une combustion rapide qui peut être *externe* ou *interne;* de là deux espèces d'explosifs.

La combustion est externe, lorsque l'explosif est un mélange mécanique du comburant et du combustible. C'est le cas pour la *poudre à canon* ordinaire, dans laquelle deux substances aisément oxydables, le soufre et le charbon, sont mélangées à un oxydant énergique, le nitrate de potassium.

La combustion est interne, lorsque chaque molécule de l'explosif renferme l'oxygène nécessaire à la combustion des autres éléments. Telles sont plusieurs combinaisons azotées où l'oxygène se trouve fixé avec peu d'énergie, comme dans la nitroglycérine et le fulmicoton.

Ces combustions ne s'accompagnent le plus souvent d'effets mécaniques puissants que si elles s'accomplissent dans un espace fort restreint ; en d'autres termes, il n'y a en général explosion que si l'expansion des produits de la réaction rencontre une résistance à vaincre. Ainsi, à l'air libre, la poudre à canon et même la dynamite brûlent sans explosion. Toutefois, si la masse décomposée est très considérable et la déflagration très rapide, la quantité de gaz mis brusquement en liberté peut être tellement grande que, même à l'air, et grâce à la pression atmosphérique, l'explosion se produise. C'est ce qui est arrivé récemment à Saint-Hellens, entre Liverpool et Manchester, où l'inflammation d'un récipient pour la cristallisation du chlorate de potassium a amené l'explosion de 80 tonnes de cette substance,

et cela avec une violence telle que le choc se fit sentir sur une surface de 2000 kilomètres carrés.

Dans tous les cas, la vitesse avec laquelle la réaction s'accomplit interviendra manifestement comme facteur important. Or, à ce point de vue, la décomposition d'un explosif peut se produire de deux manières différentes.

On dit qu'elle est produite par *inflammation*, lorsqu'on la provoque en portant une partie de la masse à une température plus ou moins élevée. Cet échauffement se transmet de proche en proche, et en peu de temps toute la masse atteint la température de décomposition.

On peut aussi amener l'explosion par *détonation* : celle-ci donne à l'explosif une sorte de choc initial qui transforme en chaleur une partie de sa force vive ; de là élévation de la température jusqu'au degré de la décomposition explosive, accompagnée d'un nouveau choc plus violent, sur les parties voisines, suivi d'une nouvelle décomposition. Cette succession de chocs et de décompositions transmet la réaction de couche en couche à travers la masse entière, en produisant une véritable onde explosive qui marche avec une vitesse incomparablement plus grande que celle de la simple inflammation. La réaction dans ce cas est pour ainsi dire instantanée, et la décomposition est tellement violente que l'élasticité de l'enveloppe n'a pas le temps d'entrer en jeu : l'action est locale et l'effet brisant. Un tel explosif peut rendre de grands services, lorsqu'il s'agit de faire éclater des projectiles creux. Mais il n'en est plus de même lorsqu'il s'agit de communiquer au projectile une vitesse considérable. S'il faut alors que la réaction se fasse assez vite pour être complètement achevée pendant le temps que le projectile met à sortir de l'arme, il faut aussi que le régime de décomposition soit progressif, pour que le boulet soit soumis à la pression la plus considérable et, par conséquent, animé de la vitesse la plus grande au moment où il sort du canon; mais, dans aucun cas, ce régime ne peut passer de la déflagration à la détonation proprement dite, ce qui ferait infailliblement éclater l'arme.

Poudre à canon. — Nous l'avons déjà dit, la poudre à canon est un mélange de soufre, de charbon et de nitrate de potassium. Ce dernier, par sa décomposition, doit fournir l'oxygène nécessaire à l'oxydation du soufre et du charbon. Quoi qu'il en soit de l'origine de la poudre, c'est en 1346, à la bataille de Crécy perdue par Philippe de Valois contre les Anglais, qu'elle fit sa

première apparition sur les champs de bataille. Ce n'était d'abord qu'un mélange grossier des trois substances, mais on ne tarda pas à voir les avantages que fournirait un mélange plus intime des ingrédients. On constata bientôt aussi l'influence de l'état physique sur l'inflammabilité. Celle-ci est d'autant plus grande qu'il y a plus d'interstices permettant le libre passage de la flamme. Ainsi, la poudre en grains peut brûler deux fois plus vite que la poudre en poussière qui a, d'ailleurs, l'immense inconvénient de perdre vite son homogénéité.

Une autre amélioration, introduite dans la fabrication de la poudre, fut l'emploi en proportions plus favorables des ingrédients. A l'origine, on se servait de mélanges renfermant des quantités sensiblement égales des différentes substances. On ne tarda pas à s'apercevoir que la quantité de nitrate devait être considérablement augmentée ; et ainsi, empiriquement plutôt qu'en se basant sur des considérations théoriques, on en est arrivé aux proportions actuellement employées. Elles varient d'ailleurs suivant l'usage auquel la poudre est destinée et même suivant les pays.

En Belgique et en France on emploie les proportions suivantes :

Nitrate de potassium	75
Soufre	12,5
Charbon de bois	12,5

L'Allemagne se sert d'une poudre quelque peu différente :

Nitrate de potassium	74
Soufre	10
Charbon	16

Les proportions employées en Angleterre ressemblent assez bien à celles dont se sert l'Allemagne :

Nitrate de potassium	75
Soufre	10
Charbon	15

Il serait difficile de dire laquelle de ces proportions doit être préférée. La composition centésimale 74,7 % de nitrate, 10,1 % de soufre, 14,2 % de charbon et 1 % d'eau, correspond à la composition moléculaire

$$16\ KNO_3 + 21\ C + 7\ S\ ;$$

ce qui donnerait lieu à la réaction :

$$16\ KNO_3 + 21\ C + 7\ S =$$
$$13\ CO_2 + 3\ CO + 8\ N_2 + 5\ K_2CO_3 + K_2SO_4 + 2\ K_2S_3$$

La réaction cependant n'est pas toujours aussi simple et semble dépendre de beaucoup de circonstances : de la pression d'abord, de la pureté des substances et de la nature du charbon, de l'homogénéité et de la densité du mélange.

D'autres changements furent encore introduits, surtout dans le courant du XIXe siècle. Le développement continuel du calibre, dans les grands canons modernes, fit adopter une poudre à gros grains cubiques plus facile à manier et brûlant plus lentement. Ces cubes avaient cependant l'inconvénient de ne pas donner une décomposition progressive : le dégagement des gaz, en effet, étant proportionnel aux surfaces libres des cubes, était beaucoup plus intense au début de la combustion que vers la fin. Pour y remédier, le général Rodman, officier américain, imagina de donner à la poudre la forme de prismes hexagonaux perforés. Dans ces conditions, la surface attaquée augmente au fur et à mesure que la combustion avance et la décomposition devient franchement progressive.

On a bien essayé aussi de temps en temps quelques transformations plus profondes. Ainsi Berthollet, ayant reconnu à la fin du siècle dernier le pouvoir oxydant supérieur du chlorate de potassium, qu'il venait de découvrir, essaya de le substituer au nitrate. Son essai dut bientôt être abandonné : la poudre ainsi obtenue éclate sous le choc et même par frottement ; elle est brisante, car elle se décompose en détonant. D'autres substitutions furent essayées. Ainsi on a voulu remplacer le nitrate de potassium par le nitrate de sodium identique au point de vue balistique, mais coûtant moins cher ; malheureusement, ce sel est hygroscopique et la poudre ainsi préparée se conservait très mal.

Nous l'avons vu, la déflagration de la poudre ordinaire donne une assez grande quantité de résidus fixes formés surtout par du carbonate, du sulfate, du sulfure de potassium. Une partie de ce résidu encrasse l'arme, le reste s'échappe sous forme de fumée. Supprimer ou du moins diminuer dans une large mesure cette fumée indiscrète, tel était le rêve des inventeurs militaires et le but de tous leurs efforts. Des expériences nombreuses démontrèrent bientôt que le soufre est le principal agent producteur de fumée. Sa présence est cependant éminemment utile : le

soufre augmente, en effet, considérablement l'inflammabilité de la poudre. D'après les expériences de Violette, le charbon torréfié décompose le nitrate de potassium à 400° ; le soufre seul le décompose à 432° et le mélange des deux le détruit déjà à 250°.

Ne pouvant donc le laisser complètement, on s'appliqua à en diminuer la dose. Ce fut là l'origine de la poudre chocolat employée dans l'artillerie de certaines armées. Préparée au moyen d'un charbon incomplètement torréfié qui lui donne sa couleur, elle ne renferme que 3 parties de soufre contre 18 de charbon et 79 de nitrate de potassium. Elle n'est pas encore sans fumée, mais sa fumée est moins épaisse et se dissipe plus facilement. Actuellement le problème est résolu, mais par une voie toute différente : la poudre sans fumée n'a plus aucune affinité avec l'ancienne poudre à canon. C'est la nitrocellulose et la nitroglycérine qui en constituent la base.

Nitrocellulose ou fulmicoton. — Ce fut au commencement de ce siècle que Braconnot trouva la propriété que possède l'acide nitrique de former, avec plusieurs matières ligneuses, des produits explosifs. En 1846, Schœnbein fit connaître le fulmicoton. Aussitôt on crut y trouver la poudre sans fumée. Malheureusement, le produit obtenu par Shœnbein était fort instable et plusieurs accidents graves firent bientôt tomber l'enthousiasme. Cependant le général autrichien Von Lenk, continuant ces recherches,démontra que l'instabilité du produit est due à une élimination incomplète des acides retenus par capillarité dans les fibres du coton. Ce n'est qu'en 1865 que Frédéric Abel parvint à vaincre la difficulté. La nitration s'obtient en introduisant des déchets de filature, dégraissés avec soin, lavés à fond et desséchés, dans un mélange de 3 parties d'acide sulfurique concentré et 1 partie d'acide nitrique fort. Cette opération doit se faire à aussi basse température que possible. Le fulmicoton ainsi formé passe ensuite par une longue série de manipulations destinées à le débarrasser des acides: traitement dans un extracteur centrifuge, lavages multipliés à l'eau froide jusqu'à disparition de toute réaction acide, lavage à l'eau bouillante un peu alcaline. Enfin pour enlever les dernières traces d'acide retenues par capillarité, Abel soumet le coton au déchiquetage. Il perd ainsi sa structure physique et se réduit en une pâte excessivement ténue. Celle-ci est envoyée à l'essoreuse d'où elle sort avec une teneur de 25 à 30 % d'eau. On la comprime à la presse hydraulique en exerçant d'abord une pression de 2 à 3 kilogrammes par centi-

mètre carré, pression qu'on élève à 1000 kilogrammes environ pour donner la forme définitive. Cette opération, inoffensive si la nitrocellulose est pure, peut devenir dangereuse si un corps étranger reste emprisonné dans le coton.

Le fulmicoton est un éther nitrique de la cellulose. Sa composition ne semble pas indépendante de la constitution des acides. D'après Vieille, elle s'approcherait de la formule

$$C_{24} H_{28} O_8 (NO_2)_2$$

si l'acide est fort concentré.

Avec des acides plus dilués on obtient des composés renfermant moins d'azote, tels que

$$C_{24} H_{12} O_{12} (NO_3)_8$$

et constituant les collodions, qui sont moins inflammables. C'est pour cela que dans la nitration du fulmicoton on emploie le mélange d'acide nitrique et d'acide sulfurique. Ce dernier est destiné à absorber l'eau formée pendant la réaction et qui diluerait l'acide nitrique.

Le point d'inflammation de la nitrocellulose varie de : 310 à 223°, ce qu'il faut attribuer aux différences de composition. Le bon fulmicoton a son point d'inflammation entre 180° et 184°. En masses fines, il brûle rapidement sans détoner, et même sur un tas de poudre, sans y mettre le feu. Renfermé dans une enveloppe résistante, il détone sous le choc en produisant, d'après M. Berthelot, une pression de 24 000 atmosphères. Il se conserve et s'emploie à l'état humide aussi bien qu'à l'état sec ; et, comme l'a démontré M. Brown, en 1868, il peut éclater au sein de l'eau sous le choc produit par la détonation d'une petite charge de fulmicoton sec.

La nitroglycérine. — Découverte en 1847 par Sobrero, la nitroglycérine se prépare et se purifie à peu près comme la nitrocellulose.

Dans un mélange de 5 parties d'acide sulfurique concentré et de 3 parties d'acide nitrique concentré, on introduit, au moyen d'injecteurs à air comprimé, de la glycérine pure en quantité un peu inférieure à la quantité théorique. La réaction s'accomplit d'après l'équation suivante :

$$C_3 H_5 (OH)_3 + 3 HNO_3 = C_3 H_5 (NO_3)_3 + 3 H_2 O$$

L'eau est absorbée par l'acide sulfurique.

Au début de la nitration la température du mélange doit être de 15° ; elle ne doit jamais dépasser 25°. La nitroglycérine formée pendant la réaction surnage et on peut la décanter. Comme elle est insoluble dans l'eau, on la lave plusieurs fois à l'eau pure, puis, pour enlever toute trace d'acide, au moyen d'une solution de carbonate de sodium, et enfin de nouveau à l'eau pure. On la débarrasse ensuite des traces d'eau et des quelques impuretés qu'elle pourrait renfermer encore, en la filtrant sur une couche de sel marin sec. Ainsi purifiée, elle constitue un liquide huileux se solidifiant à 3° ou 4°. Chauffée fortement ou encore sous l'effet d'un choc brusque, elle détone ; enflammée, elle brûle sans détonation en donnant des vapeurs nitreuses. La décomposition semble incomplète dans ce cas. Par la détonation, au contraire, la décomposition semble être complète et se faire suivant l'équation

$$2\,C_3H_5(NO_3)_3 = 6\,CO_2 + 5\,H_2O + 3\,N_2 + O$$

La décomposition donne une quantité considérable de gaz sans le moindre résidu solide.

L'état liquide de ce corps en rend la manipulation assez difficile. Nobel conçut l'idée d'imbiber de nitroglycérine certaines substances poreuses inertes, de manière que le liquide soit complètement absorbé, et il reconnut que la matière ainsi obtenue possède un pouvoir explosif sensiblement égal à celui de la nitroglycérine pure qu'elle contient ; elle a en outre l'avantage de mieux résister aux chocs sans faire explosion, et d'être par conséquent plus maniable. Ce fut d'abord le charbon de bois qu'on imprégna de nitroglycérine; mais pour obtenir un pouvoir absorbant plus fort, on eut recours à une terre d'infusoires, appelée *Kieselguhr*, qui peut absorber trois fois son poids de nitroglycérine : le produit ainsi obtenu porte le nom de dynamite.

Excellents explosifs lorsqu'il s'agit d'obtenir des effets destructeurs, le fulmicoton, de même que la nitroglycérine et la dynamite, sont incapables de servir comme agents propulsifs.

On avait les explosifs sans fumée ; mais la poudre à canon jouissant de la même propriété semblait introuvable lorsque deux découvertes faites, la première par Vieille, la seconde par Nobel, vinrent donner la solution du problème.

En 1884, Vieille découvrit qu'en dissolvant entièrement le coton-poudre de façon à détruire sa structure et en comprimant

le produit obtenu, il devenait possible de le faire éclater sans détoner.

De son côté Nobel, en traitant le collodion par la nitroglycérine, obtint une masse gélatineuse douée d'un pouvoir explosif beaucoup inférieur à celui des corps primitifs.

De là deux catégories de poudre sans fumée : l'une à base de coton-poudre pur, l'autre formée d'un mélange de coton-poudre et de nitroglycérine.

Pour obtenir la poudre à base de fulmicoton, on introduit celui-ci tel qu'il sort de l'essoreuse dans un dissolvant approprié qui est l'acétone, le mélange d'alcool et d'éther, ou l'acétate d'éthyle suivant la teneur en azote. Après le malaxage qui dure de 6 à 8 heures, la substance est soumise au laminage qui augmente la densité du produit, lui donne une texture uniforme et opère un commencement de dessiccation. Les lames ainsi obtenues sont découpées en rubans et lamelles et enfin séchées. On doit avoir soin de bien éliminer toute trace du dissolvant; sans cela, cette élimination se fait plus tard en déterminant une diminution de densité, ce qui accélère la vitesse d'inflammation et pourrait amener des détonations. Cette élimination se fait dans des étuves chauffées à 40° et traversées par des courants d'air énergiques ; dans certaines fabriques on chauffe l'explosif dans le vide.

La poudre des fusils Lebel, modèle 1886, est de ce genre; elle a permis d'accroître de 100 mètres, pour les mêmes pressions, les vitesses qui pouvaient être pratiquement utilisées dans cette arme avec la poudre noire.

Les poudres renfermant de la nitroglycérine se préparent un peu différemment. On en rencontre surtout de deux sortes : la balistite et la filite de Nobel ; la cordite d'Abel et Dewar.

La poudre Nobel. — C'est un composé de 50 % de nitroglycérine et de 50 % de fulmicoton ; on y ajoute souvent 1 % d'une substance organique telle que l'aniline.

La seule difficulté consiste à incorporer à la nitroglycérine une quantité aussi forte de nitrocellulose, puisque à 8 ou 10 % déjà la nitroglycérine est solide. Il s'ensuit qu'il reste parfois des quantités considérables de nitroglycérine non mélangées, ce qui constitue un danger de détonation. Dans les commencements, on opérait à basse température, 6° à 8°, sur un excès de nitroglycérine qui n'agissait pas à cette température. Cet excès était ensuite éliminé à la presse ou à l'essoreuse. Ce mode d'opé-

ration présentait beaucoup de dangers ; aussi a-t-il été abandonné. On opère actuellement d'après une méthode due à MM. Lundholm et Sayers. Le coton-poudre est introduit dans un récipient en tôle contenant de l'eau à 60°. Un violent courant d'air maintient la masse en agitation et produit un liquide laiteux homogène dans lequel on introduit peu à peu la nitroglycérine. Lorsque celle-ci est complètement absorbée, on élimine l'eau en faisant passer la masse au laminoir, chauffé à 50° ou 60°. Dans ces conditions la combinaison des deux substances devient complète : les plaques ainsi obtenues sont ensuite coupées en disques pour la balistite, en lamelles pour la filite.

La cordite. — Pour fabriquer la cordite, MM. Abel et Dewar emploient de la nitrocellulose portée au plus haut point de nitration et insoluble dans le mélange d'alcool et d'éther : 37 parties de coton-poudre desséché sont mélangées à la main avec 58 parties de nitroglycérine. A ce mélange, on ajoute la quantité voulue d'acétone (19 à 20 kilogrammes pour 100 kilogrammes du mélange), et le tout est soumis à un malaxage de 3 heures et demie. Après quoi on ajoute 5 parties de vaseline et on continue le malaxage pendant 3 heures et demie. La vaseline a pour effet de déposer dans le canon un léger enduit qui prévient l'usure en diminuant le frottement. Le produit sorti du malaxeur est introduit d'abord dans un moule en bois et comprimé légèrement ; puis, au moyen d'une presse, on le fait passer à la filière. Le fil qui en sort est enroulé sur des bobines métalliques et chauffé à 40° environ.

Les effets obtenus par ces poudres sans fumée sont considérables : " Les 90 000 litres de gaz auxquels la charge de 100 kilos de poudre sans fumée donne naissance développent dans l'arme une pression de 2700 atmosphères qui soumet la fermeture de la culasse à une poussée de 2 600 000 kilos. Sous cette action des gaz, qui s'exerce pendant 75 dix-millièmes de seconde, le projectile de 300 kilos sort de la bouche du canon avec une vitesse de 900 mètres par seconde. Il emporte avec lui une puissance vive de 12 500 000 kilogrammètres, lui permettant de perforer à 3000 mètres de distance une plaque d'acier de 55 centimètres d'épaisseur (1). "

La lyddite. — Il reste à dire un mot de la lyddite que la

(1) G. Canes, Revue Scientifique, 17 mars 1900.

guerre actuelle a rendue célèbre. La lyddite n'est autre chose que l'acide picrique ou trinitrophenol $C_6 H_2 (NO_2)_3 OH$.

Ce corps, soumis à l'action de la chaleur, fond et peut même se sublimer à condition d'opérer sur des quantités relativement faibles. Chauffé brusquement, il détone avec force, surtout s'il est enfermé dans une enveloppe résistante qui permette à la pression de s'établir. Il produit alors des effets destructeurs plus marqués que ceux de la dynamite.

La sensibilité de l'acide est augmentée en transformant la poudre en masse plus considérable, soit en la granulant au moyen d'une solution de collodion, comme on le faisait dans les premières formes de mélinite ; soit en la versant fondue dans l'obus, comme on le fait pour la lyddite.

Une décomposition complète ne donne que des produits gazeux parmi lesquels domine l'oxyde de carbone

$$C_6 H_2 (NO_2)_3 OH = 6CO + H_2O + 3N + H.$$

Parfois cependant l'explosion de l'obus est accompagnée d'une fumée jaune qui semble être de l'acide non décomposé. La réaction serait alors incomplète.

J. Pauwels, S. J.

TABLE DES MATIÈRES

DU

DIX-SEPTIÈME VOLUME (DEUXIÈME SÉRIE)

TOME XLVII DE LA COLLECTION

LIVRAISON DE JANVIER 1900

L'ŒUVRE DE M. J. H. VAN 'T HOFF, par **M. P. Duhem**. . . 5

L'IMPÔT SUR LES SUCCESSIONS EN ANGLETERRE, EN FRANCE ET EN BELGIQUE. ÉTUDE DE LÉGISLATION FINANCIÈRE COMPARÉE (fin), par **M. J. Vanden Bossche**. . . . 28

LES ÉTOILES. LEUR DISTANCE A LA TERRE, LEUR NOMBRE, LEUR DISTRIBUTION DANS L'ESPACE, par le **R. P. V. Meurs, S. J.** 80

A PROPOS DU LIBRE ARBITRE, par **.L .S.** 118

ÉTUDE SUR LES ERREURS D'OBSERVATION, par **M. Goedseels.** 144

LE CENTENAIRE DE L'INSTITUTION ROYALE DE LA GRANDE-BRETAGNE, par **M. G. Van der Mensbrugghe** . . . 175

LES LÉONIDES, par **R. J.** 204

VARIÉTÉS. — I. *L'Université de Louvain*, par **A. D.** . . 249
II. *Histoire de l'Architecture*, par **M. M. d'Ocagne.** 260

BIBLIOGRAPHIE. — I. Leçons nouvelles sur les applications géométriques du calcul différentiel, par W. de Tannenberg, **M. d'Ocagne**. 269

II. P. Mansion : 1 et 2. Introduction à la théorie des déterminants (édition française et allemande). 3 et 4. Éléments de la théorie des déterminants (éd. fr. et all.). 271

III. Exercices d'arithmétique. Énoncés et solutions, par J. Fitz-Patrick et Georges Chevrel, avec une préface de M. Jules Tannery, **J. T.** . . 275

IV. L'évolution de l'astronomie chez les Grecs, par J. Thirion, S. J., **P. Mansion**. 277

V. Lois générales de la Chimie, par G. Chesneau, **H. De Greeff, S. J.** 280

VI. Précis de Chimie, par A. Legros. 1re et 2me parties, **H. De Greeff, S. J.** 283

VII. A Treatise of Cristallography by W. J. Lewis, **C. d. l. V. P.**. 286

VIII. Traité de Géologie, par A. de Lapparent, 4e édition, **C. d. l. V. P.** 288

IX. Le globe terrestre : 1. La formation de l'écorce terrestre. — 2. La nature des mouvements de l'écorce terrestre. — 3. La destinée de la terre ferme et la durée des temps géologiques. Trois volumes, par M. de Lapparent, **C. de Kirwan.** 294

X. Les Origines. Questions d'Apologétique, par J. Guibert, S. S., 2e édition, **C. H.** 299

XI. Principes d'hygiène coloniale, par le Dr G. Treille, **Dr A. Dumont**. 304

XII. Institutiones philosophiae moralis, auctore A. Castelein, S. J., **E. V. S.** 307

REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES.

ANTHROPOLOGIE, par **A. A.** 308

CHIMIE, par le **R. P. H. De Greeff, S. J.** 319

ETHNOGRAPHIE ET LINGUISTIQUE, par **J. G.** 322

CORRESPONDANCE : RÉPONSE A UNE CRITIQUE, par **M. Thomas Escriche**. 340

RÉPONSE DE M. VANDEVYVER. 348

LIVRAISON D'AVRIL 1900

—

LES TRÉPANATIONS PRÉHISTORIQUES, par **M. le Mis de Nadaillac**. 353

L'ORIGINE DE L'HOMME, D'APRÈS ERNEST HAECKEL, par le **R. P. Fr. Dierckx, S. J.** 390

LES VICTIMES DE L'ÉLECTRICITÉ, par **M. Aimé Witz**. . . 435

L'ÉTAT PRÉSENT DE L'ESPAGNE ET LA CAMPAGNE DES CHAMBRES DE COMMERCE, par **M. Aristide Dupont**. . . . 479

LA DISSOCIATION PSYCHOLOGIQUE. I. LE SOMMEIL, par **M. A. Arcelin**. 511

GHEEL, COLONIE D'ALIÉNÉS, par **M. Paul Masoin**. . . . 548

VARIÉTÉS. — I. *Martin Van Marum*, par **J. L. S. J.** . . 567

II. *Le Monde sous-marin*, par **M. C. de Kirwan**. 575

III. *De la justice en matière d'impôt*, par **M. le Cte Domet de Vorges**. 588

BIBLIOGRAPHIE. — I. Encyclopaedie der Mathematischen Wissenschaften, herausgegeben von H. Burkhardt und W. F. Meyer, **P. Mansion**. . . . 597

II. Éléments de la théorie des nombres. Congruences. Formes quadratiques. Nombres incommensurables. Questions diverses, par E. Cahen, **Ch.-J. de la Vallée Poussin**. 601

III. Leçons sur les fonctions entières, par Émile Borel, **M. d'Ocagne**. 604

IV. Encyclopédie scientifique des aide-mémoire. Section de l'Ingénieur : 1. La liquéfaction des gaz et ses applications, par J. Lefèvre, **A. G.** 608
2. Essai des matières textiles, par J. Persoz. 609
3. Résistance électrique et fluidité, par Gouré de Villemontée. 610

V. Leçons de cosmographie, par MM. Tisserand et Andoyer, 2e édition, **M. d'Ocagne**. 611

VI. Elementi di Fisica compilati da Fabio Invrea. Vol. I. Meccanica-Calore, **J. T.** 613

VII. Leçons d'optique géométrique, par E. Wallon, **J. T.** 616

VIII. Leçons sur l'électricité, par Éric Gérard, 6e édition, **P. Roland.** 618

IX. Prehistoric Scotland and its place in European Civilisation, by Robert Munro, **J. van den Gheyn, S. J.** 620

X. La Céramique ancienne et moderne, par E. Guignet et Édouard Garnier, **Jean d'Estienne.** . 630

XI. Doctrines et Problèmes par le P. Luc. Roure, S. J., **.L .S** 636

XII. La faillite du Matérialisme : 1. De Lucrèce à nos jours. 2. Les phénomènes physiques : l'atome, les gaz, la chaleur et l'énergie. 3. L'éther, l'attraction et la pesanteur. Conclusion. Trois vol., par Pierre Courbet, **C. de Kirwan.** . . 638

XIII. Le problème de la Mémoire, essai de psychomécanique, par le Dr Paul Sollier, **G. Lechalas.** 643

REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES.

PHYSIQUE, par **J. B. S. J.** 648

PHYSIOLOGIE, par le **R. P. G. Hahn, S. J.** 663

BIOLOGIE, par **M. Fernand Meunier.** 673

SCIENCES INDUSTRIELLES, par **N. S.** 677

CHIMIE, par le **R. P. J. Pauwels, S. J.** 690

Louvain. — Imp. POLLEUNIS & CEUTERICK, 30, rue des Orphelins, 30

REVUE

DES

QUESTIONS SCIENTIFIQUES

REVUE

DES

QUESTIONS SCIENTIFIQUES

PUBLIÉE

PAR LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES

Nulla unquam inter fidem et rationem
vera dissensio esse potest.
Const. de Fid. cath., c. IV.

DEUXIÈME SÉRIE

TOME XVIII — JUILLET 1900

(VINGT-QUATRIÈME ANNÉE; TOME XLVIII DE LA COLLECTION)

LOUVAIN
SECRÉTARIAT DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE
(**M. J. Thirion**)
11, RUE DES RÉCOLLETS, 11

1900

Imprimerie POLLEUNIS & CEUTERICK, 30, rue des Orphelins, Louvain.
Même maison à Bruxelles, 37, rue des Ursulines.

LES PSYCHÉS

En saison printanière, les vieilles murailles et les sentiers poudreux ménagent une surprise à qui sait regarder. De mignons fagots, sans motif apparent, s'ébranlent et par soubresauts cheminent. L'inerte s'anime, l'immobile se meut. Comment cela ? Regardons de plus près et le moteur va se révéler.

Dans la pièce en branle est incluse une chenille assez forte, joliment bariolée de noir et de blanc. En quête de vivres ou bien à la recherche d'un point où se fera la transformation, elle se hâte craintive, enveloppée d'un accoutrement de bûchettes d'où rien autre ne sort que la tête et l'avant du corps doué de six courtes pattes. Au moindre émoi, elle y rentre en plein et plus rien ne bouge. Voilà tout le secret du petit amas broussailleux en vagabondage.

La chenille à fagot appartient au groupe des *Psychés*, dont le nom fait allusion à l'antique Psyché, symbole de l'âme. Que ce terme n'entraîne pas la pensée plus haut qu'il ne convient. Le nomenclateur, ne voyant guère le monde que par le très petit côté, ne s'est pas préoccupé de l'âme en inventant sa dénomination ; il a voulu simplement ici un nom gracieux, et certes il ne pouvait mieux trouver.

Pour se mettre à couvert, la frileuse Psyché, à peau nue, se construit un abri portatif, une chaumine ambulante, que la propriétaire jamais n'abandonne tant qu'elle n'est pas devenue papillon. C'est mieux que chaumine,

mieux que roulotte à toiture de paille ; c'est froc d'ermite obtenu avec une bure d'usage peu fréquent. Le paysan du Danube portait sayon en poil de chèvre et ceinture de jonc marin. La Psyché a vêtement encore plus rustique. Avec des échalas, elle se façonne un complet. Il est vrai que sous ce rude assemblage, véritable cilice pour une peau délicate comme la sienne, elle met épaisse doublure de soie.

En avril, contre les murailles de mon observatoire principal, le fameux arpent de cailloux si riche en bêtes, je trouve appendue la Psyché qui doit me fournir les documents les plus circonstanciés. C'est la *Psyche graminella* (Schiff). Elle est maintenant dans la torpeur de la prochaine métamorphose. Ne pouvant aujourd'hui lui demander rien autre, informons-nous de la structure et de la composition de son fagot.

C'est un édifice en forme de fuseau, de quatre centimètres à peu près de longueur. Les pièces composantes, fixées en avant, libres en arrière, sont largement divergentes et formeraient abri de peu d'efficacité contre le soleil et la pluie, si la recluse n'avait d'autre protection que sa toiture de paille.

Le terme de « paille » me vient dicté par de sommaires apparences, mais ce n'est pas là l'exacte expression. Les chaumes de graminées sont au contraire rares, au grand avantage de la future famille, qui, nous l'apprendrons plus tard, ne trouverait rien à sa convenance dans des soliveaux fistuleux. Ce qui domine consiste en débris de menues tiges, légères et tendres, riches en moelle comme en possèdent diverses chicoracées. J'y reconnais en particulier les hampes florales de l'Épervière piloselle et du Ptérothèque de Nîmes. Viennent après des tronçons de feuilles de gramen, des ramuscules écailleux fournis par le cyprès, des bûchettes, matériaux grossiers adoptés peut-être faute de mieux. Enfin, si les pièces préférées, les cylindriques, viennent à manquer, le manteau se com-

plète parfois avec une ample pèlerine en falbalas, c'est-à-dire en fragments de feuilles sèches d'origine quelconque.

Tout incomplet qu'il est, ce relevé nous montre que la chenille, à part sa prédilection pour les morceaux riches en moelle, n'a pas de goûts bien exclusifs. Elle emploie indifféremment tout ce qu'elle rencontre, pourvu que ce soit léger, bien aride, roui par un long séjour à l'air, et de dimension conforme à ses devis.

Les trouvailles, à la condition de convenir à peu près, sont utilisées telles quelles, sans retouches, sans coups de scie pour les ramener à une longueur déterminée. La Psyché ne taille pas les échalas de son fagot ; elle les cueille comme ils se présentent. Son travail se borne à les imbriquer à la suite des autres, en les fixant par le bout antérieur.

Pour se prêter aux mouvements de la chenille en marche, et surtout pour faciliter les manœuvres de la tête et des pattes quand il faut mettre en place une nouvelle pièce, l'avant du fourreau nécessite structure particulière. Là n'est plus licite la couverture de poutrelles qui, par leur longueur et leur rigidité, gêneraient l'ouvrière, lui rendraient même le travail impossible; là s'impose un manchon souple, favorable à la flexion dans tous les sens.

Et en effet, l'assemblage de pieux se termine de façon brusque à quelque distance de l'extrémité antérieure, et s'y trouve remplacé par un col où la trame de soie simplement se hérisse de menues parcelles ligneuses, aptes à consolider l'étoffe sans nuire à sa souplesse. Ce collet, dispensateur des mouvements libres, est de telle importance que les Psychés en font toutes emploi, si différent que soit le reste de l'ouvrage. Toutes, à l'avant du faisceau de bûchettes, possèdent un goulot flexible, de doux contact, formé en dedans d'un tissu de soie pure et velouté au dehors de fins débris que la chenille obtient en concassant des mandibules un fétu quelconque bien sec.

Semblable velours, mais fané, décati pour cause de vétusté, termine en arrière le fourreau sous forme d'un assez long appendice nu, bâillant à l'extrémité.

Maintenant enlevons, arrachons pièce par pièce le couvert de la paillotte. La démolition fournit un nombre très variable de solives. Il m'est arrivé d'en compter quatre-vingts et au delà. La ruine est alors une gaine cylindrique où, d'un bout à l'autre, se retrouve la structure reconnue à l'avant et à l'arrière, parties naturellement dénudées.

C'est de partout un tissu de soie très solide, résistant sans rupture à la traction des doigts; tissu lisse et d'un blanc superbe à l'intérieur, terne et grossier à l'extérieur, où il se hérisse en manière de robuste velours au moyen de parcelles ligneuses incrustées. L'occasion viendra de reconnaître par quels moyens la chenille se façonne vêtement si complexe où se superposent, dans un ordre précis, le satin d'extrême finesse en contact direct avec la peau, l'étoffe mixte sorte de bure poudrée de ligneux, enfin le surtout de lattes imbriquées.

Tout en conservant cette disposition générale en triple assise, le fourreau présente, d'une espèce à l'autre, des variations dans les détails de structure.

Voici, par exemple, une seconde Psyché (*Psyche febretta*, Boyer de Fonsc.), la plus tardive des trois qui m'ont valu les chances des trouvailles. C'est en juin que je la rencontre, peu nombreuse, traversant à la hâte la poussière de quelque sentier, au voisinage des habitations. En volume ainsi qu'en régularité d'assemblage, ses fourreaux dépassent ceux de l'espèce précédente. Ils forment couverture dense, à pièces nombreuses, où je reconnais tantôt des tronçons fistuleux de nature variée, tantôt des morceaux de fines pailles, tantôt encore des lanières débris de feuilles de gramen. Sur l'avant, jamais de mantille en feuilles mortes, encombrante parure qui, sans devenir réglementaire, est assez fréquente dans le costume de la première espèce. A l'arrière, pas de long vestibule dénudé. Moins

le collet de velours, indispensable à l'embouchure, tout le reste possède solide revêtement. C'est peu varié, mais, en somme, non dépourvu de grâce dans sa sévère correction.

La moindre pour la taille et la plus simple de costume est la troisième (*Fumea comitella* Bruand), très abondante, sur la fin de l'hiver, contre les murailles et dans les anfractuosités des vieilles écorces de l'olivier, de l'yeuse, de l'orme et autres arbres indifféremment. Son fourreau, modeste paquet, ne dépasse guère un centimètre de longueur. Une douzaine de fragments ligneux, pourris, glanés à l'aventure et fixés l'un contre l'autre sur une gaine de soie dans des directions parallèles, font tous les frais de l'habit. Il serait difficile de se vêtir plus économiquement.

Cette mesquine, de si peu d'intérêt en apparence, nous fournira les premiers documents sur l'étrange histoire des Psychés. Je la récolte abondante dans les derniers jours d'avril et l'installe sous cloche en toile métallique. Ce qu'elle mange, je ne le sais ; ignorance fâcheuse en d'autres conditions, mais actuellement je n'ai pas à me préoccuper des vivres. Arrachées de leurs murailles et de leurs vieilles écorces, où elles s'étaient appendues pour la transformation, la plupart de mes Psychés sont à l'état chrysalidaire. Quelques-unes sont encore actives. Elles se hâtent de grimper au sommet du treillis ; elle s'y fixent suivant la verticale au moyen d'un petit coussinet de soie, puis tout rentre dans le repos.

Juin touche à sa fin et les papillons mâles éclosent, en laissant l'enveloppe chrysalidaire à demi engagée dans le fourreau, qui est toujours fixé à son point d'attache et y restera indéfiniment jusqu'à ce que les intempéries l'aient ruiné.

La sortie se fait par le bout postérieur du paquet de bûchettes. Ayant scellé pour toujours au support de son choix l'embouchure antérieure, vraie porte de la demeure, la chenille s'est donc retournée de bout en bout et s'est

transformée dans une position renversée, ce qui a permis à l'adulte de gagner le dehors par l'issue ménagée à l'arrière, la seule libre en ce moment.

C'est, du reste, la méthode suivie par toutes les Psychés. Le fourreau a deux ouvertures. Celle d'avant, plus régulière et de structure mieux soignée, est au service de la chenille tant que dure l'activité larvaire. Elle se clôt et se fixe solidement au point de suspension, lorsque vient la nymphose. Celle d'arrière, peu correcte, dissimulée même par l'affaissement des parois, est au service du papillon. Elle ne bâille qu'en dernier lieu sous la poussée de la chrysalide ou de l'adulte.

Avec leur modeste costume d'un gris cendré uniforme, avec leur humble envergure dépassant à peine celle d'une mouche ordinaire, mes petits papillons ne manquent pas de grâce. Ils ont pour antennes de superbes panaches plumeux et pour bordure des ailes des franges filamenteuses.

Ils tourbillonnent, très affairés, sous la cloche ; ils rasent le sol en battant des ailes ; ils s'empressent autour de certains fourreaux que rien à l'extérieur ne distingue des autres. Ils y prennent pied, les explorent, les auscultent de leurs panaches. A ce zèle, à cette fébrile agitation, se reconnaissent les amoureux en recherche de l'épousée.

Qui d'ici, qui de là, chacun la trouve. Mais la timide ne sort pas de chez elle. Très discrètement, les choses se passent par le judas ouvert à l'extrémité libre du fourreau. Quelque temps le mâle séjourne sur le seuil de cette lucarne, et c'est fini : les noces sont terminées. Inutile d'en dire plus long sur ces épousailles où les intéressés ne se connaissent pas, ne se voient pas.

Je m'empresse de mettre en tubes de verre les quelques fourreaux où viennent de se passer les mystérieux événements. Quelques jours après, la recluse sort de l'étui et se montre en toute sa misère. Cette petite horreur, un

papillon ! On se fait difficilement à l'idée de pareille indigence. La chenille du début n'était pas plus humble.

D'ailes, il n'y en a pas, absolument pas ; de fourrure soyeuse, non plus. Au bout du ventre, un bourrelet circulaire et touffu, une couronne de velours blanc sale ; sur chaque segment, au milieu du dos, une grande tache rectangulaire noirâtre, et c'est tout comme ornementation. La mère Psyché renonce aux élégances que promettait son titre de papillon.

Du centre de la couronne poilue s'élève un long oviducte, composé de deux pièces : l'une rigide, formant la base de l'outil, l'autre molle et flexible, s'engainant dans la première ainsi qu'une lunette rentre dans son étui. La pondeuse se recourbe en crochet, agrippe de ses six pattes le bout inférieur de son fourreau et plonge sa sonde dans la lucarne d'arrière, lucarne à rôle multiple, qui permet la consommation des noces clandestines, la sortie de la fécondée, l'installation des œufs et finalement l'exode de la jeune famille.

Toujours immobile, la mère longtemps stationne courbée en croc au bout libre de son étui. Or, que fait-elle en cette posture de recueillement ? Elle loge ses œufs dans la demeure qu'elle vient de quitter, elle lègue en héritage aux siens la chaumine maternelle.

Une trentaine d'heures se passent et l'oviducte est enfin retiré. La ponte est finie. Un peu de bourre, fournie par la couronne du croupion, ferme l'huis et conjure les périls de l'envahissement. Du seul atour qui lui reste en son extrême indigence, la tendre mère fait barricade à sa nitée. Mieux encore : elle fait rempart de son corps. Convulsivement ancrée sur le seuil du logis, elle périt là, s'y dessèche, dévouée à sa famille même après la mort. Il faut un accident, un souffle d'air pour la faire tomber de son poste.

Ouvrons maintenant le fourreau. Il s'y trouve l'enveloppe chrysalidaire, intacte moins la rupture d'avant par

où la Psyché est sortie. Le mâle, à cause de ses ailes et de ses panaches, choses très encombrantes au moment de franchir un étroit défilé, met à profit son état de chrysalide pour s'acheminer vers la porte du logis et sortir à demi. Rompant alors sa tunique d'ambre, le délicat papillon trouve immédiatement devant lui l'espace libre où l'essor est possible.

La mère, dépourvue d'ailes et de panaches, n'est pas assujettie à pareille précaution. Sa forme cylindrique, nue, peu différente de celle de la chenille, lui permet de ramper, de s'insinuer dans l'étroit passage et de sortir sans encombre. La dépouille chrysalidaire est donc laissée tout au fond du fourreau, bien à couvert sous la toiture de chaume.

Et c'est prudence d'exquise tendresse. Les œufs, en effet, sont encaqués dans le tonnelet, dans la sacoche parcheminée que forme cette dépouille. La pondeuse a plongé son oviducte en télescope au fond de ce récipient, et méthodiquement, par couches, l'a rempli de ses germes. Non satisfaite de laisser à la famille son domicile et sa couronne de velours, pour comble de sacrifice, elle lui lègue sa peau.

Désireux de suivre à l'aise les événements qui ne tarderont pas à se passer, j'extrais de son fagot l'un des sacs chrysalidaires bourrés d'œufs, et le mets isolé en un tube de verre à côté de son fourreau ligneux. L'attente n'est pas longue. Dans la première semaine de juillet, je me trouve brusquement en possession de nombreuse famille. La promptitude de l'éclosion a déjoué ma surveillance. Les nouveau-nés, environ une quarantaine, ont eu déjà le temps de se vêtir.

Ils portent coiffure persane, tiare de mage en superbe ouate blanche. Soyons plus modeste, disons un bonnet de coton sans mèche ; seulement ce bonnet ne se dresse pas sur la tête, il couvre l'arrière-corps. L'animation est grande dans le tube, spacieux séjour pour telle vermine. Allègre-

ment on vagabonde, le bonnet relevé, presque perpendiculaire à la surface d'appui. Avec pareille tiare et des vivres, la vie doit être douce.

Mais quels sont ces vivres ? J'essaie un peu de tout ce qui végète sur les pierres et les vieilles écorces, rien ne me réussit. Plus pressées de se vêtir que de s'alimenter, les Psychés ne font cas de ce que je leur sers. Mon ignorance d'éleveur sera sans grave inconvénient, pourvu que je parvienne à voir avec quels matériaux et de quelle façon s'ourdissent les premiers linéaments du bonnet.

Cette ambition m'est permise, car l'outre chrysalidaire est loin d'avoir épuisé son contenu. J'y trouve, grouillant au milieu des enveloppes chiffonnées des œufs, un complément de famille aussi nombreux que l'essaim déjà sorti. La totalité de la ponte est donc de cinq à six douzaines.

Je transvase ailleurs le troupeau précoce, déjà vêtu, et je garde dans le tube les seuls retardataires, complètement nus. Ils ont la tête d'un roux clair et le reste du corps d'un blanc sale. Leur longueur mesure à peine un millimètre. Ma patience n'est pas trop longtemps mise à l'épreuve. Le lendemain, petit à petit, isolés ou par groupes, les vermisseaux en retard quittent le sac chrysalidaire. Ils sortent, sans effraction de l'outre fragile, par la rupture antérieure que la libération de la mère a fait éclater.

Nul ne l'exploite comme étoffe, bien que fine et ambrée ainsi qu'une pellicule d'oignon ; nul non plus ne fait emploi d'une subtile ouate qui matelasse l'intérieur du sac et forme pour les œufs couchette de mollesse exquise. Ce duvet, dont nous aurons tantôt à rechercher l'origine, serait, semble-t-il, excellente peluche pour ces frileux, impatients de se couvrir. Aucun ne l'utilise, il n'y en aurait pas assez pour la nichée entière.

Tous vont droit au grossier fagot que j'ai laissé en contact avec l'outre chrysalidaire. Les choses pressent. Avant de faire son entrée dans le monde et d'aller au pâturage,

il faut d'abord se vêtir. Tous, d'égale ardeur, attaquent donc le vieux fourreau, à la hâte s'habillent de la défroque de la mère.

Il y en a qui ratissent la couche interne, molle et blanche, des pièces ouvertes accidentellement en rigole ; il y en a qui pénètrent audacieux dans le tunnel d'une tige creuse et vont dans les ténèbres cueillir leur cotonnade. Alors les matériaux sont de premier choix, la casaque ourdie est de blancheur éclatante. D'autres mordent en plein dans l'épaisseur de la pièce et se font vêtement bariolé où des atomes bruns déparent le blanc de neige du reste.

L'outil de récolte consiste dans les mandibules, façonnées en larges cisailles à cinq fortes dents chacune. Par le rapprochement, les deux rabots dentelés forment un engrenage apte à saisir et à couper net toute fibre, si menue qu'elle soit. Vu au microscope, c'est merveilleux de précision mécanique et de puissance. S'il était outillé de la sorte proportionnellement à sa taille, le mouton, au lieu de tondre l'herbe, brouterait les arbres par le tronc.

C'est un bien instructif atelier que celui de la vermine frileuse travaillant à se confectionner des bonnets de coton. Que de choses à remarquer dans le fini de l'ouvrage, dans l'ingéniosité des méthodes suivies ! Afin d'éviter des répétitions, n'en disons rien encore ; attendons, pour y revenir, l'exposé des talents d'une seconde Psyché, de plus grande taille et d'observation plus aisée. Les deux ourdisseuses ont exactement les mêmes procédés.

Néanmoins donnons un coup d'œil au fond du coquetier en porcelaine, chantier général où j'installe mes nains à mesure que les fourreaux m'en fournissent. Ils sont là quelques centaines avec les étuis d'où ils sont issus et un assortiment de tigelles, choisies parmi les plus sèches, les plus riches en moelle. Quelle activité, quelle étourdissante animation !

Pour voir l'homme, Micromégas se taillait une loupe avec un diamant de son collier; il retenait son souffle, crainte d'emporter le chétif dans la tempête de ses narines. A mon tour, je suis le bon géant venu de Sirius : je mets à l'œil un verre grossissant; je suspends la respiration pour ne pas culbuter et balayer mes artistes en cotonnades. Si j'ai besoin de l'un d'eux pour le soumettre au foyer d'une loupe, je le happe avec la pointe d'une fine aiguille passée sur le bord des lèvres; je le prends au gluau.

Détourné de sa besogne, l'animalcule se démène au bout de l'aiguille, se contracte, se fait petit, lui déjà si petit; il cherche à rentrer autant que possible dans son vêtement, encore très incomplet, simple gilet de flanelle ou même étroite écharpe lui couvrant le haut des épaules. Laissons-le compléter son habit. Je souffle et l'atome s'engouffre dans le cratère du coquetier.

Et ce point est vivant. Il est industrieux, il est versé dans l'art du molleton. Orphelin né du moment, il sait se tailler dans les nippes de la mère défunte de quoi se nipper à son tour. Bientôt il va devenir charpentier, assembleur de soliveaux pour mettre manteau défensif à son délicat tissu. Qu'est-ce donc que l'instinct, capable de susciter de telles industries dans un atome de glaire ?

C'est également vers la fin de juin que j'obtiens, sous la forme adulte, la Psyché dont le fourreau se prolonge en bas par un long vestibule nu *(Psyche graminella)*. Au moyen d'un coussinet de soie, la plupart des étuis sont fixés au treillis de la cloche et pendent verticaux ainsi que des stalactites. Quelques-uns n'ont pas quitté le sol. A demi plongés dans le sable, ils se dressent d'aplomb, l'arrière en l'air, l'avant enseveli et solidement ancré contre la paroi de la terrine à la faveur d'un empâtement de soie.

Cette inversion exclut la pesanteur comme guide dans les préparatifs de la chenille qui, apte à se retourner

dans son logis, a soin, avant de s'immobiliser en chrysalide, de tourner la tête tantôt en haut, tantôt en bas, vers la sortie, afin que l'adulte, bien moins libre qu'elle de mouvements, puisse parvenir au dehors sans obstacle.

C'est du reste la chrysalide elle-même, la chrysalide rigide, incapable de se retourner et se mouvant tout d'une pièce, qui, d'une opiniâtre reptation, achemine le mâle jusqu'au seuil du fourreau. Elle émerge à demi au bout du vestibule soyeux, dépourvu de couvert, et là se rompt en obstruant le pertuis de sa dépouille.

Quelque temps, sur le toit de la chaumine, le papillon stationne, laisse évaporer sa moiteur, ses ailes se raffermir et s'étaler; enfin il prend l'essor à la recherche de celle pour qui le galant s'est fait si beau. Il porte costume d'un noir intense, sauf le bord des ailes qui, privé d'écailles, reste diaphane. Les antennes, noires aussi, sont d'amples et gracieux panaches. Amplifiées, elles rejetteraient au second rang les élégances de plumage du marabout et de l'autruche.

Le bel empanaché, d'un essor tortueux, va d'un fourreau à l'autre, s'informant des secrets de ces alcôves. Si les choses marchent au gré de ses désirs, il se fixe, avec un vif frémissement d'ailes, à la pointe du vestibule dénudé. Suivent les noces, aussi discrètes, aussi clandestines que celle de la petite Psyché. Encore un qui ne voit pas, ou tout au plus entrevoit un instant la convoitée pour laquelle il a mis plumets de marabout et uniforme de velours noir.

De son côté, la recluse n'est pas moins impatiente. Les galants ont la vie courte ; ils périssent sous mes cloches au bout de trois ou quatre jours, de sorte que, par longs intervalles, jusqu'à l'éclosion de quelque retardataire, la population féminine manque d'épouseurs. Alors, quand le soleil déjà chaud visite les cloches dans la matinée, j'ai sous les yeux, à nombreuses reprises, un spectacle des plus singuliers.

L'embouchure du vestibule nu insensiblement se gonfle,

s'ouvre et laisse sourdre un amas floconneux d'excessive délicatesse. La toile de l'araignée cardée et convertie en ouate ne donnerait rien d'aussi subtil. C'est une buée nuageuse. Puis, hors de cet incomparable édredon, font saillie la tête et l'avant d'une sorte de chenille bien différente de la primitive assembleuse de pailles.

C'est la maîtresse de céans, c'est la bête nubile qui, sentant son heure venir et ne recevant pas la visite attendue, fait elle-même les avances et se porte, autant qu'il lui est possible, à la rencontre de son empanaché. Celui-ci n'accourt pas, et pour cause : il n'y en a plus dans l'établissement. Deux et trois heures immobile, la pauvre délaissée se penche à la fenêtre. Enfin, lasse d'attendre, elle rentre chez elle, se remet en cellule.

Le lendemain, le surlendemain et au delà, tant que les forces le permettent, elle reparaît à son balcon, toujours dans la matinée, aux rayons d'un soleil caressant, et toujours sur une couchette de cet édredon incomparable qui se dissipe, se volatilise presque pour peu que je fasse éventail de la main. Nul ne vient encore. Une dernière fois, la bête déçue rentre en son boudoir et n'en sort plus ; elle y meurt, s'y dessèche inutile. Je rends mes cloches responsables de ce crime de lèse-maternité. Dans la liberté des champs, à n'en pas douter, un peu plus tôt, un peu plus tard, des épouseurs se seraient présentés, venus des quatre points de l'horizon.

Les dites cloches ont à se reprocher dénouement encore plus lamentable. Trop penchée à sa fenêtre, calculant mal l'équilibre entre l'avant du corps émergé et l'arrière engainé dans le fourreau, la bête se laisse parfois choir à terre. C'en est fait de la précipitée et de sa descendance. Mais à quelque chose malheur est bon. Sans effraction du domicile, tels accidents nous montrent la mère Psyché à découvert.

Quelle misère que cette créature, bien plus disgracieuse que la chenille primitive ! Ici la transfiguration est enlai-

dissement ; le progrès est recul. J'ai sous les yeux une sacoche ridée, une andouillette d'un jaunâtre terreux ; et cette hideur-là, pire qu'un asticot, est un papillon en plein épanouissement de l'âge, un vrai papillon adulte. C'est la promise du gentil Bombyx noir, empanaché de marabout; c'est pour lui la suprême expression de la beauté.

Décrivons l'andouillette. Tête très petite, mesquin globule qui disparaît dans les plis du premier segment. Qu'est-il besoin de crâne et de cerveau pour une poche à germes ? Aussi la bestiole s'en passe presque, les réduit à l'expression la plus simple. Il y a cependant deux taches oculaires noires. Ces yeux vestigiaires y voient-ils ? Pas bien clair, assurément. Les fêtes de la lumière doivent être bien modestes pour cette casanière, n'apparaissant à sa fenêtre qu'en de rares occasions, lorsque le papillon se fait attendre.

Les pattes sont bien conformées, mais si courtes et si faibles qu'elles ne sont d'aucune utilité pour la locomotion. Tout le corps est d'un jaune pâle, translucide en avant, opaque et bourré d'œufs en arrière. En dessous du premier segment, une sorte de rabat, c'est-à-dire une tache noire, vestige apparemment d'un jabot vu par transparence. Un bourrelet de duvet court termine en arrière la partie ovigère. C'est le reste d'une toison, d'un velours subtil dont la bête se dépouille en avançant et reculant dans son étroit logis. Ainsi se forme l'amas floconneux qui blanchit, en temps de noces, la lucarne d'attente ; ainsi pareillement se matelasse d'édredon l'intérieur du fourreau. Bref, l'animal n'est guère qu'une outre gonflée d'œufs dans sa majeure partie. Je ne connais rien au-dessous de cette misère.

L'outre à germes se meut, non avec les vestiges de pattes bien entendu, appuis trop courts et trop débiles ; elle se déplace d'une façon qui lui permet d'avancer sur le dos, sur le ventre, sur le côté indifféremment. Un

sillon se creuse au bout postérieur de l'outre, sillon profond qui segmente, étrangle la bête en deux. Il gagne vers l'avant, se propage ainsi qu'une onde et parvient à la tête avec une molle lenteur. Cette ondulation est un pas. Quand elle se termine, l'animal a progressé d'un millimètre environ.

Pour aller d'un bout à l'autre d'une boîte de cinq centimètres de longueur et garnie de sable fin, l'andouillette animée a mis près d'une heure. C'est à la faveur de pareille reptation qu'elle se déplace dans le fourreau quand elle vient sur le seuil du vestibule à la rencontre de son visiteur, ou qu'elle rentre.

Trois ou quatre jours à découvert, parmi les rudesses du sol, l'outre ovigère mène vie misérable, rampe à l'aventure ou plus souvent stationne. Nul papillon n'y prend garde, l'amoureux passe indifférent. Hors de son domicile, la malheureuse n'a plus d'attraits.

Cette froideur a sa logique. Pourquoi devenir mère, si la famille doit être abandonnée aux inclémences de la voie publique ? Tombée par accident de son étui qui serait devenu le berceau des jeunes, l'errante se fane donc en peu de jours et périt stérile.

Les fécondes — et ce sont les plus nombreuses — les prudentes qui se sont préservées de pareille chute en modérant leurs apparitions à la lucarne du fourreau, rentrent chez elles et ne se montrent plus, une fois terminées les visites des papillons sur le seuil du logis.

Attendons une quinzaine. Avec des ciseaux, ouvrons alors l'étui dans toute sa longueur. Au fond, dans la partie la plus large, à l'opposé du vestibule, est la dépouille chrysalidaire, long sac ambré, fragile, ouvert à l'extrémité céphalique, qui fait face au couloir de sortie. Dans ce sac, qu'elle remplit ainsi qu'un moule, est maintenant l'andouillette ovigère, ne donnant plus signe de vie. De cette gaine, où se reconnaissent très bien les caractères habituels d'une chrysalide, la Psyché adulte est sortie, sous les traits

d'un papillon informe à tournure de gros asticot ; à l'heure actuelle elle est rentrée dans la vieille casaque, elle s'y est moulée de telle façon qu'il devient difficile d'isoler le contenant du contenu. On prendrait le tout pour un corps unique.

Il est fort probable que cette dépouille, occupant la plus belle place du logis, était le refuge de la Psyché quand, lasse d'attendre sur le seuil du vestibule, elle regagnait l'appartement du fond. A nombreuses reprises, elle est donc sortie et rentrée. Ces allées et venues, ces frictions répétées contre les parois d'un couloir étroit, juste suffisant au passage, ont fini par la dépiler. Elle avait au début une toison, très légère il est vrai, clairsemée, mais enfin vestige d'un costume comme en portent les papillons. Ce duvet, elle l'a perdu. Qu'en a-t-elle fait ?

L'Eider se déplume de son édredon pour faire à sa couvée moelleuse couchette ; les lapins nouveau-nés reposent sur un matelas que la mère leur carde avec le plus doux de son pelage, tondu sur le ventre et le cou, partout où peut atteindre la pince des incisives. Cette sublime tendresse, la Psyché la partage.

Voyez, en effet. En avant du sac chrysalidaire est copieux amas d'une ouate extra-fine, pareille à celle dont quelques flocons s'épanchaient au dehors lorsque la recluse se mettait à la fenêtre. Est-ce de la soie, est-ce mousseline de filature ? Non, mais quelque chose d'infinie délicatesse. Le microscope y reconnaît la poudre écailleuse, l'impalpable duvet dont s'habille tout papillon. Pour donner chaud abri aux petites chenilles qui prochainement vont grouiller dans l'étui, pour leur créer un refuge où elles puissent prendre leurs ébats et se raffermir avant de faire leur entrée dans le vaste monde, la Psyché s'est déplumée comme la mère Eider, s'est dépilée comme la mère Lapine.

Que la dénudation soit un simple résultat mécanique, un effet non intentionnel de frottements répétés contre des

parois surbaissées, rien ne l'affirme. La maternité, jusque chez les plus humbles, a ses prévisions. Je me figure donc l'outre poilue se contorsionnant, allant et revenant dans l'étroite galerie afin de faire tomber sa toison et de préparer une layette à ses fils. Peut-être même de ses lèvres, vestige d'une bouche, parvient-elle à extirper le duvet qui se refuse à se détacher seul.

N'importe le moyen de tonte, un monceau d'écailles et de poils comble le fourreau en avant du sac chrysalidaire. Pour le moment, c'est une barricade qui défend l'accès de la demeure, ouverte au bout postérieur ; ce sera bientôt un douillet reposoir où, sortant de l'œuf, les petites chenilles quelque temps stationneront. Là, bien au chaud dans un molleton d'incomparable finesse, se fera une halte comme préparation à la sortie et au travail immédiat.

Ce n'est pas que la soie manque ; elle abonde, au contraire. En son temps de filandière et d'assembleuse de chaumes, la chenille l'a prodiguée. Toute la paroi du fourreau est capitonnée d'un épais satin blanc. Mais à ce tapis trop compact, combien est préférable le délicieux édredon, layette des nouveau-nés !

Nous connaissons les préparatifs en vue de la famille. Maintenant où sont les œufs, en quel point sont-ils déposés ? La plus petite de mes trois Psychés *(Fumea comitella)*, moins informe que les autres et plus libre de mouvements, sort en plein de son étui. Elle possède long oviducte qu'elle insinue, par l'orifice de sortie, jusqu'au fond de la dépouille chrysalidaire, laissée en place sous forme de sac. Cette dépouille est le récipient de la ponte. L'opération terminée, le sac aux œufs plein, la mère périt au dehors, accrochée au fourreau.

Les deux autres Psychés, dépourvues d'oviducte en télescope et n'ayant pour se déplacer qu'une vague reptation, nous montrent des mœurs plus singulières encore. A leur égard pourrait se répéter ce qu'on disait des matrones romaines, modèles des mères de famille : *Domi*

mansit, lanam fecit. Oui, *lanam fecit.* En réalité, la Psyché ne file pas la quenouille garnie de laine, du moins elle lègue aux fils sa toison convertie en amas d'ouate. Oui, *domi mansit*, elle ne quitte jamais sa maison, pas même pour les noces, pas même pour la ponte.

On a vu comment, la visite du mâle reçue, l'informe papillonne, la disgracieuse andouillette, recule au fond de son étui et rentre dans sa dépouille chrysalidaire, qu'elle remplit exactement comme si jamais elle n'en était sortie. Du coup, les œufs sont en place ; ils occupent le sac réglementaire en faveur chez les diverses Psychés. A quoi bon désormais une ponte ? Dans la rigoureuse acception du mot, il n'y en a pas en effet, c'est-à-dire que les œufs ne quittent pas le sein maternel. L'outre vivante qui les a engendrés les garde en elle-même.

Bientôt cette outre se tarit de ses humeurs par l'évaporation ; elle se dessèche tout en restant accolée à l'enveloppe chrysalidaire, rigide soutien. Ouvrons-la. Que nous montre la loupe ? Quelques filaments trachéens, de maigres faisceaux musculaires, des ramuscules nerveux, enfin les reliques d'une vitalité réduite à sa plus simple expression. Au total, presque rien. Le reste du contenu est une masse d'œufs, un aggloméré de germes au nombre de près de trois cents. Pour tout dire, la bête est un ovaire énorme, desservi par le strict nécessaire à son fonctionnement.

L'éclosion a lieu dans la première quinzaine de juillet. Les vermisseaux mesurent un peu plus d'un millimètre. Ils ont la tête ainsi que le dessus du premier segment thoracique d'un beau noir luisant, les deux segments suivants rembrunis et le reste du corps d'un ambré pâle. Dispos d'ailleurs, alertes, trottant menu, ils grouillent dans la peluche spongieuse résultant de la dépouille des œufs.

Les livres me disent que les petites Psychés commencent par dévorer leur mère. Je laisse cette odieuse ripaille

sous la responsabilité des dits livres. Je ne vois rien de pareil, je ne comprends même pas comment l'idée en est venue. La mère lègue aux fils son fourreau, dont les chaumes seront exploités pour l'extraction de l'ouate, matière du premier habit ; de sa dépouille chrysalidaire et de sa peau, elle leur fait double abri pour l'éclosion ; de son duvet, elle leur prépare barricade défensive et séjour d'attente avant la sortie. Alors tout est donné, tout est dépensé en vue de l'avenir. Sauf de subtils et arides lambeaux que ma loupe a de la peine à trouver, rien ne reste qui puisse fournir festin de cannibale à si nombreuse famille.

Non, petites Psychés, vous ne mangez pas votre mère. En vain je vous surveille, jamais, soit pour se vêtir, soit pour s'alimenter, nulle d'entre vous ne porte la dent sur les reliques de la défunte. La peau maternelle reste intacte, ainsi que les menues ruines, couche musculaire et réseau de trachées. Reste intact pareillement le sac laissé par la chrysalide.

Vient le moment d'abandonner l'outre maternelle. Bien à l'avance une issue a été ménagée qui épargnera aux jeunes toute violence contre ce qui fut leur mère. Pas de trouée sacrilège à faire à coups de cisailles ; la porte s'ouvre en quelque sorte toute seule. Lorsqu'elle était à l'état d'andouillette mobile, la mère avait les premiers segments d'une translucidité remarquable, faisant contraste avec le reste du corps. C'était là signe très probable d'une texture moins dense, moins résistante qu'ailleurs.

Le signe disait vrai. L'outre aride en laquelle est maintenant réduite la mère, a pour col ces anneaux diaphanes qui, desséchés, sont devenus d'extrême fragilité. Ce col, cet opercule tombe-t-il de lui-même, se détache-t-il sous la poussée de l'un des nains, impatient de s'en aller ? Je ne sais au juste. Je constate cependant que, pour le faire choir, il suffit de souffler dessus.

En prévision de la sortie, une décollation des plus faciles, peut-être même spontanée, est donc préparée dès le vivant de la mère. S'élaborer col délicat afin d'être aisément décapitée à l'heure voulue, et laisser ainsi voie libre aux jeunes, est dévouement où les tendresses maternelles les plus inconscientes se révèlent dans leur sublimité. Ce misérable asticot, presque odieux au regard, ce papillon andouillette, à peine capable de ramper et si clairvoyant dans les choses du futur, nous donne à réfléchir.

La nichée sort de l'outre natale par la lucarne que vient d'ouvrir la chute de la tête. Le sac chrysalidaire, seconde enveloppe, ne présente aucun obstacle ; il est resté béant depuis que la Psyché mère en est sortie. Vient après l'amas d'édredon, l'amoncellement de duvet dont cette dernière s'est dépouillée. Là s'arrêtent les petites chenilles.

Bien plus au large que dans le sac d'où elles viennent et moelleusement installées, les unes se reposent, les autres se trémoussent, s'exercent à marcher. Toutes prennent des forces, se préparent à l'exode au grand jour.

La halte dans ces délices n'est pas longue. Par petits essaims, à mesure que la vigueur est venue, elles sortent et se répandent à la surface du fourreau. Le travail immédiatement commence, très pressé, celui de l'habit. Les premières bouchées ne viendront qu'après, quand on sera vêtu.

Montaigne, mettant le manteau qu'avait porté son père, avait une touchante expression ; il disait : « Je m'habille de mon père ». Les jeunes Psychés pareillement s'habillent de leur mère ; elles se couvrent des nippes de la défunte, s'y ratissent de quoi se faire une casaque de coton.

La matière exploitée est la moelle des chaumes, surtout de ceux qui, fendus en long, se prêtent mieux à la récolte. Le vermisseau choisit d'abord un point à sa convenance. L'ayant trouvé, il cueille, il rabote des mandi-

bules. Ainsi s'extrait des vieilles solives une ouate de superbe blancheur.

Le début du vêtement est à remarquer. La bestiole y fait emploi d'une méthode comme notre industrie n'en trouverait pas de plus judicieuse. L'ouate est cueillie par menues pelotes. Comment fixer ces parcelles à mesure que les cisailles mandibulaires les détachent ? Il faut un appui, une base à la manufacturière, et cet appui ne peut être pris sur le corps même de la chenille, car toute adhérence serait grave embarras et gênerait la liberté des mouvements. La difficulté se surmonte de façon très adroite.

Des miettes de peluche sont d'abord récoltées et reliées à mesure l'une à l'autre par des fils de soie. Cela forme une sorte de guirlande rectiligne où pendillent à un câble commun les parcelles cueillies. Lorsque ces préparatifs sont jugés suffisants, l'animalcule se passe la guirlande autour des reins, vers le troisième anneau du thorax afin de laisser les six pattes libres ; puis il en noue les deux bouts avec un peu de soie.

Le résultat est un ceinturon, généralement incomplet mais bientôt complété avec d'autres miettes fixées au ruban de soie, soutien de l'ensemble. Ce ceinturon, voilà la base de l'ouvrage. Désormais, pour allonger la pièce jusqu'à parfaite confection, le ver n'a qu'à fixer, toujours au bord antérieur, à l'aide de sa filière, tantôt en dessus, tantôt en dessous ou par côté, les miettes de moelle que les mandibules ne cessent d'extraire. Rien de mieux inspiré que cette guirlande initiale, étendue à plat puis bouclée en ceinturon autour des reins.

Cette base fondée, le métier de tissage est en pleine activité. La pièce ourdie est d'abord menue cordelette autour de la taille ; puis, par l'adjonction de nouvelles parcelles, toujours au bord antérieur, écharpe, gilet, veston court ; enfin sac, qui gagne petit à petit vers l'arrière, non par son propre recul, mais par le fait du tisse-

rand, qui se glisse plus avant dans le fourreau déjà fait. En quelques heures, le vêtement est parachevé. C'est alors un capuchon conique, une cagoule, magnifique de blancheur et de fini.

Nous voilà renseignés. Au sortir de la chaumine maternelle, sans recherches, sans expéditions lointaines si périlleuses à cet âge, la petite Psyché trouve de quoi se vêtir dans les tendres soliveaux de la toiture. Les dangers de vagabondage en l'état de nudité lui sont épargnés. Quand elle quittera la maison, elle aura un chaud complet, grâce à la mère qui prend soin d'installer sa famille dans son fourreau et de lui donner à travailler matériaux de choix.

Si le vermisseau se laissait tomber de la masure, si quelque coup de vent le balayait à distance, le pauvret le plus souvent serait perdu. Les fétus ligneux, riches en moelle, secs et rouis à point, ne se trouvent guère partout. Alors plus de vêtement possible ; et dans cette misère, la mort à bref délai. Mais si des matériaux convenables sont rencontrés, équivalant à ceux qu'avait légués la mère, pourquoi l'exilé ne saurait-il en faire usage? Informons-nous.

J'isole quelques nouveau-nés dans un tube de verre et je leur donne à exploiter des brins refendus choisis parmi les vieilles tiges d'une sorte de pissenlit, le *Pterotheca nemausensis*. Déshérités du manoir maternel, les vermisseaux se montrent très satisfaits de mes pièces. Sans la moindre hésitation, ils y ratissent superbe moelle blanche et s'en font délicieuse cagoule, bien plus belle que celle qu'ils auraient obtenue avec les ruines de la maison natale, toujours plus ou moins souillée de matériaux brunis, altérés par un long séjour à l'air. Avec le pissenlit nîmois, épave du dernier printemps, la partie centrale, mise à nu par mes soins, est au contraire d'un blanc immaculé ; aussi le bonnet de coton atteint la perfection de blancheur.

J'obtiens encore mieux avec des rondelles de moelle de

sorgho, empruntées au balai de la cuisine. Cette fois l'ouvrage est à points miroitants, et semble une construction en parcelles de sucre. C'est le chef-d'œuvre de mes manufacturières.

Ces deux succès m'autorisent à varier davantage la matière première. Faute de nouveau-nés non toujours à ma disposition, je fais emploi de vermisseaux que je déshabille, c'est-à-dire que j'extrais de leur bonnet. Aux dépouillés, je donne, comme unique champ d'exploitation, une bandelette de papier sans colle, facile à effilocher, enfin une lanière de papier buvard.

Ici encore nulle hésitation. Les vers ratissent avec entrain cette surface, si nouvelle pour eux, et se confectionnent un habit de papier. Cadet Roussel, de célèbre mémoire, en avait un d'étoffe pareille, mais combien moins fine et moelleuse! Mes habillés de papier gris sont si satisfaits de leur textile qu'ils dédaignent le fourreau natal, mis plus tard à leur disposition, et continuent de racler de la charpie sur le produit industriel.

D'autres ne reçoivent rien dans leur tube, mais ils sont en rapport avec le bouchon de liège formant la loge vitrée. Cela suffit. Les déshabillés s'empressent de ratisser le liège, de le débiter en parcelles et de s'en faire un capuchon granulé, aussi correct d'élégance que si leur race avait fait toujours emploi de pareille matière. La nouveauté de l'étoffe, taillée peut-être pour la première fois, n'a rien changé à la coupe de l'habit.

En somme, toute matière végétale, aride, légère et d'attaque facile, est acceptée. En sera-t-il de même des matières animales et surtout des matières minérales, à la condition de posséder un certain degré de ténuité ?

Dans une aile de Grand-Paon, relique de mes expériences sur la télégraphie nuptiale de ce papillon, je découpe une bandelette sur laquelle j'installe, au fond d'un tube, deux petites chenilles mises à nu. Rien autre

n'est à la disposition des deux séquestrées. Ce champ d'écailles sera pour elles l'unique ressource en draperie.

Devant cette étrange pelouse, l'hésitation est longue. Au bout de vingt-quatre heures, l'une des chenilles n'a rien entrepris et semble décidée à se laisser périr dans sa nudité ; l'autre plus courageuse, ou peut-être moins compromise lors de la brutale dénudation, quelque temps explore la bandelette et se décide enfin à l'exploiter. La journée n'est pas finie, qu'avec les écailles du Grand-Paon elle s'est vêtue de velours gris. Vu la délicatesse des matériaux, l'ouvrage est d'exquise correction.

Faisons un pas de plus dans la difficulté; aux souplesses de l'ouate cueillie sur la plante et du mol duvet moissonné sur l'aile d'un papillon, substituons les rudesses de la pierre. En leur état final, je le sais, les fourreaux des Psychés sont fréquemment chargés de grains de sable et de parcelles terreuses ; mais ce sont là moellons accidentels, touchés par mégarde de la filière et associés sans intention à la chaumine. Les délicates connaissent trop bien les inconvénients d'un oreiller de cailloux pour rechercher l'appui de la pierre. Le minéral leur répugne, et c'est le minéral qu'il s'agit maintenant de travailler comme lainage.

Je fais choix, il est vrai, de ce que ma collection de pierres a de mieux proportionné à la faiblesse de mes vermisseaux. Je dispose d'un échantillon de fer oligiste écailleux. Rien que sous le coup de balai d'un pinceau, cela se débite en parcelles presque aussi ténues que la poussière laissée aux doigts par l'aile d'un papillon. Sur un lit de cette matière, miroitante ainsi qu'une limaille d'acier, j'établis quatre jeunes chenilles extraites de leur habit. Je prévois un échec et j'augmente en conséquence le nombre des éprouvées.

Ma prévision est juste. La journée se passe et les quatre chenilles restent nues. Le lendemain cependant, l'une d'elles, une seule, parvient à se vêtir. Son ouvrage

est une tiare à facettes métalliques, où la lumière se joue en éclairs irisés. C'est très riche, très somptueux, mais bien encombrant. La marche est pénible sous ce faix de métal.

Ainsi, dans les cérémonies d'apparat, devait progresser l'empereur de Byzance, quand il avait endossé la dalmatique lamée d'or. Malheureuse bête, plus sensée que l'homme tu n'as pas choisi de ton gré ces ridicules richesses ; c'est moi qui te les ai imposées. Voici pour te dédommager une rondelle de moelle de sorgho. Refoule en arrière, rejette vite ta superbe tiare, et remplace-la par un bonnet de coton, plus hygiénique. Ainsi est-il fait le surlendemain.

En ses débuts industriels, la Psyché a ses matériaux de prédilection, charpie végétale cueillie sur tout débris ligneux, bien roui à l'air, charpie que fournissent habituellement les solives de la demeure maternelle. Faute du textile réglementaire, elle sait faire usage du velours animal, en particulier de la bourre écailleuse d'un papillon mort. En cas de nécessité, elle ne recule même pas devant l'insensé ; elle tisse le minéral, tant pour elle est impérieux le besoin de se vêtir.

Ce besoin l'emporte sur celui de l'alimentation. J'enlève une jeune chenille de son pâturage, une feuille d'Épervière très poilue, qu'après bien des essais j'ai reconnu lui agréer, comme aliment par sa lame verte et comme lainage par sa blanche toison. Je l'enlève, dis-je, de son réfectoire, la laisse jeûner une paire de jours. Alors je la dénude et la remets sur sa feuille. Insoucieuse de manger malgré son long jeûne, la chenille travaille d'abord à son habit et moissonne de quoi s'envelopper. Les satisfactions de l'appétit viendront plus tard.

Serait-elle frileuse à ce point, la petite Psyché ? Nous sommes en pleine canicule. Il tombe une averse de feu qui exalte au délire le concert des Cigales. Le cabinet où j'interroge mes bêtes est une étuve, et en telle fournaise

d'apprendre vous met à ma charge, un devoir m'est imposé : celui de vous nourrir. Que vous faut-il ?

C'est un rôle bien difficile que celui de providence. Le pourvoyeur de becquée, songeant au lendemain, prenant ses précautions afin que la huche soit toujours à peu près garnie, accomplit la plus méritoire mais la plus laborieuse des fonctions. Les petits attendent confiants, persuadés que cela se fait tout seul; lui, soucieux, s'ingénie, s'exténue, se demandant si la miette voulue viendra. Ah ! que ce métier m'est connu, dans ses misères et dans ses joies, depuis si longtemps que je le pratique !

Aujourd'hui, me voici la providence d'un millier de nourrissons imposés par l'étude. J'essaie un peu de tout. Les feuilles tendres de l'orme paraissent convenir. Servies la veille, je les trouve le lendemain broutées à la surface, par petites plaques. Des granules d'impalpable poudre noire, çà et là disséminés, affirment que l'intestin a fonctionné. J'ai là un moment de satisfaction que comprendra tout éleveur d'un troupeau à régime inconnu. L'espoir du succès s'affirme ; je sais comment alimenter ma vermine. Ai-je du premier coup rencontré le meilleur ? Je n'ose le croire.

Je continue donc à varier le service, mais les résultats ne répondent guère à mes soins. Les ouailles refusent mes assortiments de verdure et finissent même par se dégoûter des feuilles de l'orme. Je crois tout perdu, quand une heureuse inspiration me vient. J'ai reconnu parmi les brindilles des fourreaux quelques fragments venus de l'Épervière piloselle *(Hieracium pilosella)*. La Psyché fréquente donc cette plante. Pourquoi ne la brouterait-elle pas ? Essayons.

La Piloselle étale en abondance ses rosettes dans un champ caillouteux, tout à côté de mon habitation, au pied même de la muraille où bien des fois j'ai trouvé des fourreaux suspendus. J'en récolte une poignée que je distribue dans mes diverses bergeries. Cette fois le pro-

blème des vivres est résolu. Les Psychés aussitôt s'installent en troupeaux compacts sur le feuillage poilu et le broutent avidement par petites plaques où reste intact l'épiderme de la face opposée.

Laissons-les à leur pâturage, dont elles semblent on ne peut mieux satisfaites, et proposons-nous certaine question de propreté. Comment la petite Psyché se débarrasse-t-elle de ses déchets digestifs, incluse qu'elle est dans un sac ? On n'ose s'arrêter à l'idée d'immondices rejetés et accumulés au fond du bonnet en peluche, de blancheur éclatante. L'ordure ne doit pas séjourner sous le couvert de pareilles élégances.

Malgré sa terminaison en pointe de cône, où la loupe ne saisit pas la moindre solution de continuité, le sac n'est pas fermé à l'extrémité postérieure. Son mode de fabrication, au moyen d'un ceinturon dont le bord antérieur s'accroît à mesure que le bord postérieur est refoulé d'autant en arrière, suffisamment le démontre. Le bout d'arrière devient pointe par le simple retrait de l'étoffe, qui se contracte d'elle-même là où le diamètre atténué de l'animal ne la distend plus.

A la pointe, il y a de la sorte un pertuis permanent dont les lèvres se maintiennent closes. Que la chenille recule un peu, et l'étoffe se distend, le pertuis bâille, la voie est ouverte, les souillures tombent à terre. Que la chenille fasse au contraire un pas en avant dans son fourreau, et la porte de débarras se ferme d'elle-même. Mécanisme très simple et très ingénieux comme nos couturières n'en ont pas imaginé de meilleur concernant les défaillances de la première culotte.

Cependant le vermisseau grandit et sa tunique lui va toujours bien, ni trop grande, ni trop petite, juste à sa taille. Comment cela ? Sur la foi des livres, je m'attendais à voir la chenille fendre en long son étui devenu trop étroit, et l'amplifier après au moyen d'une pièce tissée entre les lèvres de l'échancrure. Ainsi font nos tailleurs,

mais ce n'est pas du tout la méthode des Psychés. Elles ont bien mieux. Continuellement elles travaillent à leur habit, vieux en arrière et récent en avant, toujours à l'exacte mesure du corps grossi.

Rien de simple comme de suivre les progrès quotidiens de l'ampleur. Quelques chenilles viennent de se faire capuchon avec de la moelle de sorgho. L'ouvrage est des plus beaux, on le dirait ourdi avec des cristaux de neige. J'isole les gracieuses habillées et leur donne pour matériaux de tissage des écailles brunes choisies parmi ce que les vieilles écorces ont de plus tendre.

Du matin au soir, la cagoule a pris nouvel aspect ; le bout du cône est toujours d'une blancheur immaculée, mais tout l'avant est draperie grossière, bien différente de la peluche initiale par la coloration. Le lendemain, le feutre de sorgho a totalement disparu et se trouve remplacé d'un bout à l'autre par une bure d'écorce.

Je retire alors les matériaux bruns et leur substitue de la moelle blanche. Cette fois, le sombre, le grossier recule petit à petit vers le sommet du capuchon, tandis que le blanc, le moelleux gagne en largeur à partir de l'embouchure. La journée ne sera pas finie que l'élégante mitre du début sera refaite en plein. Aussi souvent qu'on le désire peuvent se répéter ces alternances. En abrégeant les durées d'exploitation, il est facile même d'obtenir, avec les deux genres de matériaux, des ouvrages composites, à zones alternatives de clair et d'obscur.

La Psyché ne suit en aucune manière, on le voit, la méthode de nos tailleurs, avec échancrure et pièce intercalée. Pour avoir habit toujours à sa mesure, elle ne cesse d'y travailler. Les parcelles cueillies sont constamment mises en place au bord du sac, si bien que la nouvelle draperie est d'ampleur progressive, conforme à la croissance de la chenille. En même temps la vieille étoffe recule, refoulée vers le sommet du cône. Là, par son propre ressort, elle se contracte et ferme le manchon. Le

surplus se désagrège, tombe en loques et disparaît graduellement sous les heurts de la vagabonde à travers le fouillis des choses rencontrées. Neuf en avant et vieux en arrière, le fourreau n'est jamais trop étroit parce qu'il se renouvelle toujours.

Quand finissent les fortes chaleurs, un moment vient où la capeline légère n'est plus de saison. Les pluies automnales commencent, suivies des frimas de l'hiver. Il est temps de se faire robuste houppelande avec revêtement de chaumes, rangés en multiples pèlerines hydrofuges. Cela débute de façon bien incorrecte.

Des fétus d'inégale longueur, des fragments de feuilles sèches, sont fixés sans ordre en arrière du col, qui doit toujours garder sa souplesse afin de laisser à la chenille libre flexion dans tous les sens. Peu nombreux encore, assez courts et disposés aussi bien en travers qu'en long, au hasard, ces premiers soliveaux de la toiture, confusément assemblés, ne troubleront pas la régularité finale de la construction : ils sont destinés à disparaître, refoulés en arrière et enfin exclus par l'accroissement antérieur du sac.

Enfin, mieux choisies et plus longues, les pièces sont scrupuleusement orientées dans la direction longitudinale. La mise en place du chaume se fait avec une promptitude et une dextérité surprenantes. Si la solive rencontrée lui convient, la chenille la cueille des pattes, la tourne, la retourne ; avec les mandibules, elle la happe par un bout, et en ce point, d'habitude, elle détache quelques parcelles, aussitôt fixées sur le col du sac.

En mettant à nu des surfaces fraîches et rugueuses où la soie adhérera mieux, peut-être a-t-elle pour but d'obtenir lien plus solide. Ainsi, d'un coup de lime, le plombier dénude le point qui doit recevoir la soudure. Alors, à la force des mâchoires, la chenille soulève sa poutre, la brandit en l'air, et d'un brusque mouvement de nuque se la couche sur le dos. Aussitôt la filière travaille l'extré-

mité saisie. Et c'est fait : sans tâtonnements, sans retouches, la pièce est fixée, à la suite des autres, dans la direction requise.

En semblable travail, à loisir et par intermittences lorsque le jabot est plein, se dépensent les belles journées d'automne. Lorsque les froids arrivent, le domicile est prêt. Il ne reste plus qu'à se suspendre solidement à la muraille à l'aide d'une soudure de soie. Là, bien à l'abri dans la chaumine, se passera la mauvaise saison. Enfin viennent les fêtes du printemps. La Psyché se descelle de son mur. Elle erre au bord des sentiers, elle pérégrine sur les pelouses amies ; puis, l'heure venue, elle fait ses préparatifs de transformation et de noces par une dernière suspension à la muraille.

Ces vagabondages, alors que depuis longtemps le fourreau est construit à perfection, m'ont inspiré le désir de m'informer si la chenille serait capable de recommencer son travail de sac et de toiture. Je m'adresse à une troisième Psyché *(Psyche febretta)*, la plus grosse, la plus tardive aussi, car elle diffère ses noces jusqu'en pleine canicule.

Dans la première quinzaine de juillet, j'extrais de son fourreau une de ces chenilles, choisie parmi les plus vigoureuses, et je l'installe complètement nue sur un lit de sable fin et sec. Je lui donne pour matériaux un mélange de menues aiguilles de pin et de vieilles tiges du Pissenlit nîmois (*Pterotheca nemausensis*), plus tendres et plus légères ; le tout débité en tronçons pareils de longueur aux pièces du fourreau.

L'expropriée disparaît sous le monceau de fétus ligneux et là s'empresse de filer en prenant pour points d'attache tout ce que sa lèvre rencontre, en bas le lit de sable, en haut le couvert de brindilles. Ainsi sont reliées dans un inextricable désordre, les pièces touchées de la filière, longues ou courtes, légères ou lourdes, au hasard. Au centre de cet échafaudage embrouillé se poursuit un

travail tout autre que celui d'une paillotte à reconstruire. La chenille tisse, ne fait autre chose, n'essaie même pas d'assembler en correcte toiture les matériaux dont elle est pourvue.

Propriétaire d'un fourreau parfait, la Psyché, lorsque l'activité revient avec la belle saison, dédaigne son ancien métier d'assembleuse de solives, pratiqué avec tant de zèle l'été passé, en prévision des mauvais jours. Alors, une fois l'estomac satisfait et les tubes à soie gonflés, elle occupe uniquement ses loisirs à capitonner de mieux en mieux son étui. A son gré, le feutre soyeux de l'intérieur n'est jamais assez épais, assez douillet. Elle pour la transformation, la famille pour la sécurité, s'en trouveront bien.

Or, voici que mes malices viennent de la dépouiller. S'aperçoit-elle du désastre ? Ses moyens en soie et en soliveaux disponibles le lui permettant, songe-t-elle à refaire le couvert nécessaire à son échine frileuse d'abord, et puis à la famille, qui l'exploitera pour son premier logis ? En aucune manière.

Elle se glisse sous l'amas d'aiguilles de pin tel que je l'ai déposé, et s'y met à travailler exactement comme elle l'aurait fait dans les conditions habituelles. Cette toiture informe et ce sable sur lequel repose le chaos de poutrelles, représentent maintenant pour la Psyché les parois de la loge normale ; et sans modifier en rien son travail d'après les exigences de l'accident, la chenille tapisse les surfaces à sa portée avec le même zèle qu'elle aurait mis à déposer de nouvelles couches sur le molleton disparu. Au lieu de se superposer à la légitime enceinte de soie, le tissu actuel rencontre les rugosités du sable, les piquants des aiguilles de pin. La filandière n'en tient compte.

L'habitation est plus que ruinée, elle n'existe plus. N'importe : la chenille continue sa besogne courante ; elle oublie le réel et tapisse l'imaginaire. Tout devrait l'aver-

tir, cependant, du manque de toiture. Le sac dont elle est parvenue à se couvrir, assez habilement du reste, est d'une flaccidité désastreuse ; cela s'affaisse, se chiffonne pour le moindre mouvement de croupe.

En outre, c'est alourdi de sable, c'est hérissé de hallebardes à contre-sens, qui mordent sur la poudre du chemin et empêchent d'avancer. Ainsi ancrée, la chenille s'exténue en efforts pour déraper et mouvoir de quelques lignes son encombrant domicile.

Avec son fourreau normal, dont tous les soliveaux s'imbriquent d'avant en arrière avec une savante précision, fort dextrement elle chemine. Son assemblage de pièces, toutes fixées à l'avant et toutes libres à l'arrière, est un traîneau de forme naviculaire qui, sans difficulté, s'insinue et glisse à travers les obstacles. Mais si la progression est aisée, le recul est impossible, chaque pièce de la charpente étant, par son extrémité libre, une cause d'arrêt.

Eh bien! le sac de l'éprouvée est hérissé de lattes dirigées de toutes les façons, dans la position même où les a rencontrées la filière, accolant son fil de ci, de là, indistinctement. Les bouts d'avant sont des épieux qui mordent dans le sable et neutralisent tout effort pour avancer ; les bouts de côté sont des râteaux d'insurmontable résistance; les bouts d'arrière s'opposent au recul. En de telles conditions, il faut échouer et périr sur place.

Reviens à l'art dans lequel tu excelles, conseillerais-je à la chenille ; range ton fagot ; oriente en long, avec ordre, les morceaux qui t'encombrent ; donne un peu d'apprêt à ton sac, trop flasque; communique-lui la rigidité requise au moyen de quelques échalas pour base ; fais maintenant, dans ton malheur, ce que tu savais si bien faire l'été dernier ; réveille tes talents de charpentière et tu seras sauvée.

Conseils inutiles. Le temps de charpenter est fini. L'heure est venue de tapisser en vue de la transformation

prochaine, et l'on tapisse obstinément, on capitonne une demeure qui n'est plus. Une fin misérable, la dissection par les fourmis, sera la conséquence de cette inflexibilité de l'instinct.

Bien d'autres exemples nous l'ont déjà dit : comparable au cours d'eau qui ne gravit les pentes et ne remonte à sa source, l'insecte ne revient pas sur ses actes. Ce qui est fait est fait et ne se recommence. La Psyché, l'habile charpentière de tantôt périra, ne sachant plus mettre en place une solive.

J. H. Fabre.

Sérignan (Vaucluse),
2 avril 1900.

LES THÉORIES DU SOMMEIL

Le sommeil est encore à cette heure une des énigmes de la science. Les recherches se sont multipliées de nos jours sur ce capital problème de la vie animale ; mais la seule variété des théories qui ont été successivement proposées pour l'expliquer suffirait à faire présumer qu'il n'est pas résolu ni près de l'être. C'est au point que les grands maîtres, mécontents des vaines et contradictoires hypothèses, éclairés sur la valeur des mots savants et sonores autant que vides dont on pare la commune ignorance, las de chercher inutilement une solution qui fuit toujours plus indécise et plus lointaine, en arrivent à douter d'eux-mêmes et de la science et à se récuser, impuissants et découragés.

« Pourquoi ne pas nous résigner ? s'écrie le professeur Vulpian. *Il s'agit d'un fait inexplicable par les données actuelles de la physiologie* (1). »

Faut-il décidément, à l'exemple de ce maître autorisé et de beaucoup d'autres, abandonner les recherches, quitter tout espoir et signer de la sorte l'abdication de la science devant un problème physiologique ? Nous ne le pensons pas ; nous croyons, au contraire, que la considération attentive des théories si diverses du sommeil a sa valeur et porte un enseignement précieux, et nous espérons montrer, dans les pages qui suivent, qu'une véritable lumière sort des innombrables travaux suscités par l'étude du problème morphéique.

(1) *Leçons sur l'appareil vaso-moteur*, t. II, p. 150.

I

La théorie la plus ancienne et la plus populaire est certainement celle qui rattache l'état de sommeil à une stase sanguine ou *congestion* passive du cerveau. Le mécanisme en paraît tout indiqué : le sang s'accumule en abondance dans le crâne, et, en raison de l'inextensibilité de la boîte osseuse, exerce sur la masse nerveuse une compression plus ou moins intense, d'où résulte le sommeil.

Cette idée ne se rattachait que très indirectement à la science : elle s'appuyait surtout sur ce fait d'observation vulgaire qu'on dort généralement couché. Le sommeil ne survient que rarement debout et difficilement assis. Celui qui s'y abandonne dans un fauteuil tend toujours à s'allonger et à tomber : les membres s'affaissent, la tête s'incline de plus en plus sur la poitrine. Normalement, naturellement le dormeur s'étend à terre dans une position presque horizontale, et sa tête devient relativement déclive, ce qui, semble-t-il, y provoque l'afflux sanguin et détermine une certaine congestion.

Bien mieux, l'arrivée du sommeil semble confirmer cette congestion, ou plutôt les expressions dont on use pour la définir lui donnent une apparente vraisemblance. Le sommeil qui survient n'*appesantit-il* pas rapidement nos paupières, nos yeux, notre tête ? On dirait, aux approches du sommeil, que la tête se remplit et devient plus lourde, et il est facile d'attribuer au sang ce phénomène si régulier et si frappant.

Les anciens tenaient à leur théorie et en trouvaient partout la confirmation : ils la jugeaient si solide qu'ils l'appuyaient sur l'anatomie topographique. La pression du sang ne se produit-elle pas en arrière, dans la région occipitale, qui est la plus déclive chez le dormeur, au point précis où les grosses veines de la dure-mère se réunissent pour former le confluent connu sous le nom de *vis* ou *pres-*

soir d'Hérophile ? Cette expression à elle seule est caractéristique : elle donne bien l'idée de compression cérébrale qui avait cours et à laquelle nul n'osait contredire.

Et pourtant il n'y avait là aucun fait probant. Tout se réduisait à une supposition gratuite. Les anciens affirmaient que le sommeil tient à la congestion, sans voir que cette congestion même, à supposer qu'elle existât, pouvait être un résultat éloigné et secondaire de l'état morphéique, sans comprendre l'extrême complexité du problème biologique.

Mais la congestion existait-elle, même avec la *vis d'Hérophile* qu'on avait imaginée pour la démontrer ? Il n'y avait à cet égard aucune donnée expérimentale, et on ne pouvait croire sérieusement ni à la *congestion* ni à l'*anémie* du cerveau.

L'hypothèse était vaine, mais elle eut une longue vie et une grande vogue, précisément parce qu'elle reposait sur l'ignorance. Elle régna longtemps dans les écoles ; et en plein XVIIIe siècle elle était encore soutenue par Hartley. Ce médecin anglais, qui jouissait d'une certaine réputation et avait surtout des prétentions à la philosophie, admettait la congestion comme tout le monde, sans preuve directe : il usait hardiment de l'analogie et comparait les phénomènes cérébraux du sommeil à ceux que l'on remarque chez les malades *congestionnés*, rougeur de la face, somnolence et coma. Il est clair qu'une telle assimilation est forcée, l'état pathologique n'étant pas l'état normal. Et rien ne prouve que le coma soit l'effet immédiat de la congestion, ni que la somnolence des comateux soit exclusivement ou principalement due à la congestion.

De nombreux médecins, et parmi eux des maîtres, tels que Morgagni, tombèrent dans la même erreur. Ils avaient l'occasion d'observer directement à nu l'encéphale chez des malheureux atteints de fractures multiples ou de nécrose étendue du crâne, et ils constataient aisément une *hyperémie* ou congestion de la surface nerveuse en même

temps qu'un état somnolent ou comateux des patients. Frappés de ce rapport, ils concluaient aussitôt de cause à effet. Mais, nous le demandons, quelle valeur ont de tels faits, et comment y départir sans erreur ce qui dépend du traumatisme et ce qui revient à l'organisme sain ? La science physiologique, qui a tant de difficulté à faire la lumière dans les mystérieux éléments de l'organisme sain, ne saurait s'appuyer solidement sur les résultats complexes de la clinique.

Les savants ne restèrent d'ailleurs pas longtemps d'accord. Pendant que les uns continuaient à invoquer la *congestion*, d'autres, et non des moindres, Halle, Barthez, Richerand, en arrivèrent à chercher la cause du sommeil dans l'*anémie* du cerveau.

Et, ce qui est singulier, c'est que les faits ne manquaient pas pour appuyer la nouvelle théorie. Tous les phénomènes vitaux du sommeil ne présentent-ils pas sur ceux de la veille une atténuation relative, un affaiblissement marqué, explicable à la rigueur par une irrigation moindre des centres nerveux ? Les battements du cœur, les mouvements respiratoires sont moins fréquents et moins étendus, la circulation est plus lente, le pouls plus faible, les sécrétions sont diminuées, etc. Il y a là tout un cortège de faits dont l'*anémie* peut très facilement rendre compte.

Partagée ainsi entre les deux thèses opposées de la *congestion* et de l'*anémie*, l'opinion scientifique ne pouvait être qu'indécise et perplexe. Les sages se sont abstenus de prendre parti et de conclure. La *théorie de l'anémie* est aussi exclusive que celle de la *congestion* ; et l'embarras serait extrême, si toutes les deux n'étaient pas également fausses et inacceptables. Ne sont-elles pas contredites par la fameuse *loi d'Andral* : les mêmes symptômes résultent au cerveau des états anémiques et congestifs ? Voilà qui explique suffisamment et excuse en quelque sorte l'erreur des uns et des autres et porte contre tous une condamnation décisive.

Comment sortir de l'ornière ?

Les habiles crurent tout simple de combiner les théories contraires et de tenter entre elles un compromis, sinon une conciliation. C'était l'heure de l'éclectisme. De Chapelle explique le sommeil par la succession de l'anémie à la congestion. Brown-Séquard propose une idée analogue : les centres cérébraux sont tour à tour anémiés et congestionnés, le sommeil résulte de la congestion de la base du cerveau et de l'anémie de ses circonvolutions. Ce sont là des vues ingénieuses, vraisemblables, mais qui procèdent plus de la théorie que de l'observation, et il faut arriver à Durham pour avoir des données réellement positives.

Le savant anglais les demande à l'expérimentation (1), et on ne peut méconnaître qu'il en tire une certaine lumière. Sur des chiens soumis au chloroforme, il trépane largement la région pariétale du crâne et ouvre la dure-mère. La surface cérébrale apparaît à travers la fenêtre ainsi faite; mais le savant ne l'observe pas encore, il attend que les effets de l'anesthésie soient complètement dissipés, et alors il considère la pulpe nerveuse et en entreprend une étude attentive à la loupe.

L'expérience, vingt fois répétée, donne des résultats constants. Pendant le sommeil, la surface du cerveau pâlit, s'efface graduellement, s'affaisse enfin et disparaît en quelque sorte au fond de l'ouverture osseuse. Le réveil, au contraire, a pour effet d'actionner le cerveau, de le gonfler et de le projeter à travers la fenêtre crânienne : la pie-mère et le tissu cérébral s'injectent, se remplissent de sang et prennent une teinte rouge de plus en plus foncée, les vaisseaux y apparaissent nombreux et distendus.

Ces changements ne sauraient être causés par la pression atmosphérique, qui ne varie pas ; mais on pourrait

(1) *The physiology of sleep*, GUY'S HOSPITAL REPORTS, 3e série t. VI, 1860.

les attribuer peut-être à la projection et à l'étranglement du cerveau au delà de la paroi osseuse. Durham prévoit l'objection, et, pour l'écarter, il adapte exactement et fixe à demeure un verre de montre à l'ouverture crânienne. Les phénomènes se reproduisent avec la même régularité : ils sont donc incontestables.

On les a d'ailleurs observés chez l'homme même, dans des conditions très favorables.

Tous les auteurs rapportent la curieuse observation de Blumenbach sur un jeune garçon dont le crâne présentait une large perforation à la région frontale. Le sujet était guéri depuis longtemps de son accident, et une mince cicatrice recouvrait complètement l'ouverture osseuse. Blumenbach profita de cette circonstance pour étudier les variations de volume de l'encéphale : il constata sans peine que pendant la veille le cerveau sous-jacent se gonflait et, pendant le sommeil, se déprimait et se retirait en quelque sorte sous le doigt, en arrière de la fenêtre crânienne.

Mais, quelque grand qu'il soit, l'intérêt de cette observation ancienne et peu détaillée tombe devant les remarquables et décisives expérimentations du savant professeur de Turin, le Dr Mosso, faites sur plusieurs sujets et notamment sur Bertino Michele (1). Il en résulte nettement que « dans les premiers instants consécutifs au réveil, le cerveau peut subir une diminution de volume et réellement contenir moins de sang que durant le sommeil ». Voilà qui condamne absolument la *théorie de l'anémie cérébrale*. Celle de la *congestion* n'est pas plus confirmée, la teneur sanguine du cerveau croissant ou décroissant pendant les deux phases vitales suivant des occurrences diverses et devant être tenue, en définitive, *comme sensiblement constante*. Ce point est d'autant plus sûr qu'il a été établi par d'autres physiologistes.

(1) *Sulla circolazione del sangue nel cervello dell' uomo.* Roma, 1880.

impossible en présence de ce fait brutal, vérifié à plusieurs reprises : que *la composition du sang veineux cérébral ne diffère nullement du sommeil à la veille.*

Un savant allemand, Kohlschutter (1), n'a pas été plus heureux dans son hypothèse. Pour lui, le cerveau a une activité vigile si intense qu'il use plus de matières vivantes qu'il n'assimile de matériaux nutritifs, de sorte que, son irritabilité diminuant et étant bientôt réduite à l'excès, les excitations du dehors ne peuvent plus être perçues, et le sommeil survient. L'état morphéique ne sert donc qu'à réparer les pertes éprouvées par la substance cérébrale pendant la veille : il se distingue par une excitabilité très faible, qui réduit les dépenses au minimum et trouve dans la lenteur de la circulation les moyens de nourrir copieusement les éléments nerveux. Ainsi le cerveau, pendant le sommeil, se repose et s'alimente de matériaux que la veille vient consommer : c'est encore l'idée de Durham, dont nous avons montré l'insuffisance et l'erreur au double point de vue de la raison et des faits.

Comment s'opère l'alternance de la veille et du sommeil? Kohlschutter pense que le cerveau a un *centre vaso-moteur* qui siège à la partie supérieure de la moelle et dont l'excitation suffit à maintenir la circulation active, caractéristique de l'état de veille. Cette excitation, on le comprend, est un réflexe de l'activité cérébrale que mettent en jeu les impressions de la sensibilité externe. Mais peu à peu, en même temps que la substance nerveuse s'use, l'irritabilité diminue : elle devient bientôt si faible, que l'excitation cesse au centre vaso-moteur et que, par une réaction nécessaire, les vaisseaux élargis se contractent et amènent l'anémie cérébrale, c'est-à-dire le sommeil.

C'est à peu près l'opinion qui a été plus récemment émise en France par Villemin (2) et qui n'y a pas trouvé

(1) *Mechanik des Schlafes*, ZEITSCH. FÜR RATION. MED., t. XXXIV, 1869.
(2) *Sur le sommeil*, BULLETIN ACAD. DES SCIENCES, 10 avril 1877.

beaucoup d'écho. Suivant que les cellules nerveuses s'usent ou se restaurent, les vaso-moteurs du cerveau réagissent et provoquent soit l'anémie de l'organe, soit son hyperémie, le sommeil ou la veille.

Est-il besoin de réfuter longuement ces hypothèses aventureuses? Elles ne s'appuient pas sur les faits. Elles font appel à des *réflexes* qui jouent trop manifestement le rôle de *deus ex machina;* elles invoquent des *centres vaso-moteurs* qui n'ont jamais été expérimentalement démontrés. Elles affirment surtout une *anémie morphéique* qui n'est pas acceptable depuis les décisives expériences de Mosso. Il faut décidément compter avec les faits ou renoncer à la science.

II

Un maître de la science allemande, Pflüger, est arrivé par des voies détournées à une théorie originale du sommeil. Ce physiologiste, qui a imaginé une conception physico-chimique de la vie, sur laquelle nous aurions de graves réserves à faire, la considère comme particulièrement applicable au système nerveux central; il prétend d'une part que le travail organique tient à une dissociation de la matière vivante, à la transformation de l'albumine, de l'autre, que l'irritabilité est due à l'oxygène intra-moléculaire et disparaît dès que cet oxygène est complètement utilisé pour la formation de l'acide carbonique; et il trouve dans ce double phénomène l'origine et la raison du sommeil. Notre auteur est parfois plus profond que clair, et il faut le suivre attentivement dans le développement de sa laborieuse conception.

Les systèmes nerveux et musculaire ne constituent qu'une seule masse, *réseau cellulaire animal,* dont les filaments invisibles sont constitués par une série de molécules vivantes que relient des forces chimiques : les atomes de

ces molécules sont en état de vibration incessant, et la modification vibratile d'un seul atome doit se communiquer de proche en proche à tout le système. Or, de toutes les parties nerveuses, la substance grise cérébrale est la plus oxydable; c'est en elle que s'opère avec le plus d'intensité la dissociation de l'albumine et, par conséquent, la formation de l'acide carbonique. A la naissance de chaque molécule de ce gaz, les atomes composants vibrent avec plus ou moins d'énergie : il se produit une sorte d'explosion qui, quand elle est forte, se propage en tous sens dans l'organisme.

Lorsqu'il y a abondance d'oxygène intra-moléculaire, et que, par suite des dissociations qu'amènent les excitations du dehors et le travail psychique, les vibrations d'atomes se succèdent énergiques et rapides, ces vibrations retentissent dans tout le réseau animal et produisent l'état de veille. Mais une telle activité a ses limites : la substance grise perd plus d'oxygène qu'elle n'en gagne, et il arrive que peu à peu la formation d'acide carbonique se restreint, les vibrations diminuent de nombre et d'intensité, ne se propagent plus à distance; et de ce repos naît le sommeil, ou plutôt le sommeil n'est que ce repos même.

Pflüger a senti toute la fragilité de sa thèse, et il a cherché à l'appuyer sur l'expérimentation. Chez des grenouilles longtemps privées d'oxygène, la mort apparente serait précédée d'une torpeur analogue au sommeil et correspondrait elle-même à l'épuisement de la réserve intra-moléculaire de l'oxygène et, par suite, à un arrêt dans la formation de l'acide carbonique (1).

Voilà toute la preuve scientifique que Pflüger donne de sa théorie. Elle est insuffisante, et l'auteur lui-même ne s'est pas fait illusion sur sa faiblesse. Il est évident que les grenouilles privées d'oxygène sont plongées dans un

(1) *Theorie des Schlafes*, ARCHIV, 1875, t. X, pp. 468-478.

coma qu'on peut rattacher soit à l'asphyxie, soit à la syncope. Mais leur état pathologique n'a rien de comparable à l'état physiologique et normal du dormeur. En prétendant que l'activité vigile est la *respiration*, et le sommeil l'*asphyxie du cerveau*, Pflüger avance une proposition singulière, dont les exagérations sont telles qu'elles ne sauraient être acceptées par aucun physiologiste. Rien ne prouve que, pendant la veille, les éléments de la substance grise perdent plus d'oxygène qu'ils n'en gagnent ; rien ne prouve surtout qu'ils en arrivent à l'asphyxie dans la période si calme et souvent si prolongée du sommeil. Que d'objections s'opposent à une telle hypothèse ! Comment, par exemple, l'exercice délicat et compliqué des songes serait-il possible avec des éléments cérébraux sans aliment et presque sans vie ?

De nombreux auteurs ont attaqué la théorie de Pflüger et montré qu'elle ne répond pas à la réalité. L'accumulation de l'oxygène pendant le sommeil n'a pu être affirmée qu'à la suite d'expériences défectueuses (Voit). Les recherches de Voit et de Pettenkoffer tendent, au contraire, à prouver que l'oxygène s'accumule dans l'organisme pendant la veille, et non pendant le sommeil. D'ailleurs, comme l'observe judicieusement le Dr Oks, la privation d'oxygène s'accuse par des signes caractéristiques qui n'ont jamais été notés au moment du sommeil. Enfin, si le sommeil était l'*asphyxie du cerveau*, tout ce qui favorise l'absorption de l'oxygène devrait diminuer la durée du sommeil et provoquer le réveil. Or c'est tout le contraire ; car à l'air libre et dans un appartement froid, le sommeil est toujours plus profond et plus prolongé.

Malgré tout, c'est encore sur l'asphyxie que repose la théorie d'Obersteiner (1), bientôt éclipsée par celle de Preyer qui s'inspire de la même erreur.

Ce savant professeur établit en principe que la substance

(1) *Zur Theorie des Schlafes*, ZEITSCH. FÜR PSYCHIATRIE, 1872, p. 223.

cérébrale est, de tous les tissus, le plus avide d'oxygène, et que la manifestation de son activité exige la consommation d'une quantité déterminée de ce gaz. Comme Pflüger, il institue des expériences à l'appui de sa thèse et il prétend que les animaux progressivement privés d'oxygène passent, avant de mourir, par des périodes d'engourdissement et de mort apparente qu'on peut légitimement assimiler au sommeil normal ; comme le professeur de Bonn, il conclut que le sommeil est une *asphyxie* périodique *du cerveau*. Reconnaissons toutefois que sa théorie est plus ingénieuse, plus compliquée, plus savante que l'autre : elle tient compte de faits qu'il n'est plus possible de contester dans l'état actuel de nos connaissances.

La réserve d'oxygène intra-moléculaire qu'invoque Pflüger n'a jamais pu être démontrée expérimentalement : elle est purement imaginaire, inventée pour les besoins de la cause. Preyer y renonce et n'hésite pas, d'autre part, à reconnaître que pendant le sommeil le sang n'arrive pas au cerveau moins abondant ni moins oxygéné que pendant la veille. Mais il n'en croit pas moins à l'*asphyxie cérébrale*, et il l'attribue à une nouvelle substance, dite *ponogène*, qui résulterait du travail vigil, se fixerait dans la substance grise et accaparerait l'oxygène. « Pendant la veille, dit-il, les fibres musculaires et les cellules ganglionnaires fabriquent certaines substances qui n'existent pas ou sont en quantité très minime dans l'état de repos, mais qui se produisent et s'accumulent d'autant plus rapidement que plus grands sont les efforts et plus intense est l'activité sensorielle. Les produits de l'activité musculaire et de l'activité cérébrale, c'est-à-dire les produits d'épuisement, sont facilement oxydables, et en l'absence d'excitation ils s'emparent de l'oxygène pour s'oxyder eux-mêmes. Voilà ce qui a lieu pendant le sommeil. Quand l'oxydation et, par suite, la disparition des excrétions d'épuisement, qu'on pourrait appeler *substance ponogène*, a atteint un degré considérable, de légères excitations suffisent pour que les cellules

ganglionnaires reprennent leur activité vis-à-vis de l'oxygène, et alors on s'éveille. »

La *substance ponogène* qu'imagine Preyer et qui fait la base de son système est digne d'intérêt : elle répond assez bien aux difficultés du problème morphéique. *Mais existe-t-elle ?* A-t-on des preuves expérimentales de son existence ? Nul n'oserait l'affirmer, et c'est pourtant le point qui nous importe le plus.

On sait que le travail des muscles produit dans leur intimité de l'acide lactique et de la créatine (Du Bois-Reymond, Ranke, Bernard, etc.), que le système nerveux central et particulièrement la substance grise du cerveau renferment un acide fixe, probablement l'acide lactique (Gscheidlen). Mais on se borne à constater la présence de ces produits, on n'en peut tirer aucune déduction ; on ignore toujours s'ils sont ou non *ponogènes*. L'acide lactique disparaît-il du cerveau pendant la veille ? Se produit-il en abondance dans les cellules cérébrales au moment où la théorie l'exige, c'est-à-dire pendant le sommeil ? Non seulement on ne peut l'affirmer, mais il faut croire que jamais le cerveau n'est en asphyxie et que les *substances ponogènes* sont purement fictives. En effet, si elles existaient, s'accumulant pendant le sommeil dans le cerveau pour s'y oxyder, elles seraient alors éliminées par la voie sanguine, où leur présence se trahirait facilement. Or l'analyse du sang veineux cérébral, nous l'avons dit, n'a révélé aucune différence de composition de la veille au sommeil.

Preyer avait une trop grande confiance dans sa théorie pour se laisser décourager par ces difficultés et, afin de lever tous les doutes, il se décida à tenter la voie expérimentale. Partant du fait bien connu que l'alcool, l'opium, ingérés par l'estomac, sont rapidement absorbés et agissent tout spécialement sur l'encéphale, il supposa que des matières analogues aux résidus oxydables de l'activité vigile pourraient, introduites dans l'économie, amener

l'épuisement, la somnolence et, qui sait ? peut-être le sommeil. L'épreuve faite avec l'acide lactique lui donna raison.

Les expériences de Preyer apportèrent à sa théorie une apparence de triomphe. Elles ont été maintes fois renouvelées, non seulement sur les animaux, mais sur l'homme même : elles ont donné nombre d'insuccès, il faut l'avouer ; mais, dans la plupart des cas où l'effet de l'acide lactique a pu être observé exactement, il a consisté en fatigue, faiblesse cérébrale, somnolence et sommeil (1).

L'action *narcotique* appartient à l'acide lactique : c'est incontestable. Mais elle ne lui est pas spéciale, elle revient à beaucoup d'autres substances. Personne ne songe à nier cette propriété, mais qui voudrait y voir la cause du sommeil? Qui oserait assimiler au sommeil normal le sommeil artificiel produit par tant de corps chimiques, la morphine, le chloral, le trional, etc. ? D'ailleurs, la *vertu soporifique* de l'acide lactique se constate, mais ne s'explique pas. Elle vaut la « vertu dormitive » de l'opium : on ne sait comment opère l'une ou l'autre. Enfin, pour en revenir aux conditions posées par la théorie, rien ne prouve qu'elles se réalisent. Les *substances ponogènes* s'accumulent-elles dans le cerveau, et en telle quantité qu'elles accaparent tout l'oxygène ? Pourquoi cet oxygène ferait-il une sélection savante ? Pourquoi abandonnerait-il complètement l'albumine des cellules cérébrales, pour s'attacher uniquement aux résidus de fatigue? Aucune raison physiologique, aucune preuve expérimentale ne corrobore l'hypothèse de Preyer ; et nous devons reconnaître qu'après l'avoir saluée avec enthousiasme et adoptée sans réserve, la science n'a pas tardé à lui être contraire.

(1) Preyer, *Causes du Sommeil*, REVUE SCIENTIFIQUE, 1877, t. XII, pp. 1173-1180.

III

Le professeur Binz, de Bonn, a voulu étudier de plus près le *mécanisme* physiologique du sommeil et a dépassé de beaucoup les Pflüger et les Preyer dans la voie des hypothèses aventureuses. Il a cherché à reconnaître l'action des substances narcotiques par l'examen direct de la substance grise du cerveau (1).

Des parcelles d'écorce cérébrale sont recueillies sur des chats et des lapins récemment tués et soumises à l'épreuve suivante. On les plonge soit dans une solution aqueuse de sel de cuisine (0,7 p. c.), soit dans une solution de sulfate d'atropine (0,2 p. c.), soit dans une solution de morphine (0,2 p. c.). Examinées au microscope au bout d'un quart d'heure, ces parcelles diffèrent considérablement : les fragments plongés dans les deux premiers liquides ne présentent aucune modification appréciable, tandis que le morceau imbibé de sulfate de morphine offre un aspect caillebotté; les contours cellulaires sont très prononcés, le protoplasma est terne et la substance interstitielle très foncée. Les recherches poursuivies ont montré que le chloral, l'éther, le chloroforme amènent dans le tissu nerveux des modifications analogues. Il en est de même de l'acide lactique très dilué. Les substances narcotiques auraient donc seules la vertu de changer profondément le protoplasma cellulaire.

Binz conclut de là que les substances *ponogènes* mettent obstacle à l'oxydation du protoplasma et suspendent l'activité fonctionnelle des cellules cérébrales. Elles n'agiraient donc pas, comme le voulait Preyer, en détournant à leur profit l'oxygène destiné aux éléments nerveux, mais bien en altérant le tissu du cerveau et en le rendant complètement inapte à l'oxydation. C'est encore, c'est

(1) *Ueber den Traum.* Bonn, 1878.

toujours la *théorie de l'asphyxie*, c'est la confusion du sommeil naturel avec le sommeil narcotique, c'est surtout l'intrusion maladroite et fausse de la physique et de la chimie sur le terrain biologique. Il est facile de repousser la théorie de l'asphyxie au nom de la science ; il ne l'est pas moins de dévoiler une confusion que la raison condamne. Mais comment s'opposer à ces vues matérialistes qui tendent toujours à dominer et à ruiner la physiologie ?...

La méthode, qui consiste à divulguer les rouages compliqués de l'économie vivante et à les expliquer *mécaniquement*, est de tous les temps, parce qu'elle répond à un instinctif besoin de notre nature et qu'elle sert admirablement l'ignorance. Il est toujours tentant d'y recourir, quand on se contente d'une science facile et courte. Le professeur Binz a cédé à ce mauvais mouvement, en voulant juger du fonctionnement cérébral par l'action de quelques produits chimiques et en ramenant le jeu de l'influx nerveux à une modification morphologique des cellules corticales. Il était réservé à notre temps de voir sa théorie dépassée par celle des *neurones*, qui établit définitivement le *mécanisme cérébral*.

On sait que les récents travaux des histologistes et particulièrement de Ramon y Cajal, Flechsig, Van Gehuchten, ont renouvelé la science. Les éléments anatomiques de la masse nerveuse ne sont plus les cellules, mais les *neurones*. L'importance de la découverte a peut-être été exagérée, tenant plus aux mots qu'aux choses, et nous avons dit ailleurs notre sentiment sur ce point (1). Mais le mot *neurone* nous paraît très heureux pour désigner l'élément cellulaire nerveux, et la science s'y tiendra.

Qu'est-ce que le *neurone ?*

(1) Dr Surbled, *Neurones cérébraux et psychisme transcendant*. Téqui.

C'est un corps cellulaire à noyau pourvu du *prolongement cylindraxile* et d'un certain nombre de *dendrites* ou *prolongements protoplasmiques*. Tous ces prolongements présentent sur leur parcours de nombreuses branches collatérales, de sorte que tout neurone a un chevelu abondant qui le met en rapport avec les autres *neurones*.

Voilà ce qu'enseigne la science, ce que révèlent les objectifs des microscopes. Mais ces faits, quelque importants qu'ils soient, n'ont pas suffi à certains auteurs entreprenants, et ils en ont tiré une foule de déductions hardies et invraisemblables qui ne s'y trouvent pas ; ils ont imaginé toute une physiologie nouvelle, ce que nous avons appelé le *roman des neurones*.

Par une singulière comparaison, les *neurones* ont été rapprochés des poulpes et des amibes, leurs prolongements assimilés aux tentacules des uns et aux pseudopodes des autres. Ces organes élémentaires seraient essentiellement mobiles, et de leur expansion ou de leur rétraction dépendraient uniquement les divers processus psychiques. C'est ainsi qu'on rend compte de l'attention, de la réflexion, de la mémoire ; c'est ainsi qu'on explique très simplement le sommeil.

Le professeur Mathias Duval n'a pas craint de donner l'appui de son nom et de son autorité à cette *théorie mécanique du sommeil;* mais il ne la rendra pas scientifique et n'arrivera à lui assurer ni force ni crédit. D'après lui, pendant le sommeil normal, toutes les arborisations des neurones cérébraux sont rétractées au maximum. Si une excitation extérieure vient à se produire, aussitôt quelques prolongements s'allongent et se mettent réciproquement en rapport : c'est l'état de sensibilité obtuse ou de demi-sommeil. Si l'excitation se prolonge ou devient plus vive, les arborisations deviennent de plus en plus nombreuses, s'étendent en tous sens, se mettent en contact les unes avec les autres et produisent instantanément le réveil : c'est l'état vigil.

Tous ces *mouvements de neurones* sont décrits avec ampleur, de confiance ; mais qui les a vus ? Pas plus M. Mathias Duval que les autres. Nous ne refusons pas de croire à l'*amibe corticale*, à l'*arcaïque cérébrale* ; mais nous demandons des faits et des preuves avant de donner créance à une hypothèse fantaisiste.

Cette hypothèse paraît encore insuffisante au Dr Devay, si on ne l'explique pas par l'*asphyxie des neurones*. « La rétraction de ces neurones, écrit-il, semble séduisante, surtout si on l'interprète par une *intoxication*. Pendant la veille, le cerveau fonctionne, il travaille chimiquement, le sang artériel amène l'oxygène, et le sang veineux emporte les résidus de l'oxydation. Les oxydations étant plus actives que le déblaiement, il doit y avoir accumulation d'*excreta* qui amènent le ralentissement des actes organiques. *La cellule rétracte ses neurones, parce qu'elle est intoxiquée.*

« L'examen des sécrétions permet de démontrer l'intoxication des cellules cérébrales. La présence des phosphates dans les urines est attribuée aux opérations intellectuelles, le sommeil amène une diminution de l'excrétion des phosphates et de l'urée. Dans la paralysie générale les analyses montrent l'excrétion de l'acide phosphorique fort réduite (Klippel et Serveaux). Une preuve plus importante est tirée de la toxicité urinaire : l'examen comparatif pendant la veille et pendant le sommeil de la toxicité urinaire a montré que les urines du sommeil sont moins toxiques que celles de la veille : résultat auquel on devait s'attendre, puisque le fonctionnement actif des organes est diminué, puisque les échanges cellulaires sont réduits. Bouchard a recherché quelle était la nature de la toxicité urinaire ; il résulte de ses travaux que les poisons éliminés sont différents la nuit et le jour : pendant la veille substances narcotiques, substances convulsivantes pendant le sommeil. En somme, il résulte que *le sommeil survient par suite de l'intoxication des cellules cérébrales*

qui cessent d'être en contact par les arborisations de leurs cylindraxes (1). »

Deux hypothèses se font jour dans cette page du médecin aliéniste de Lyon. La première a trait aux *mouvements des neurones* et ne saurait nous arrêter, n'ayant jamais été vérifiée expérimentalement. La seconde rentre dans la catégorie de toutes les *théories asphyxiques* que nous avons fait connaître et n'est pas plus acceptable que les autres.

IV

Ces théories, en effet, reposent sur une double et irrémédiable erreur. Non seulement elles attribuent à un *seul* organe de l'encéphale, au cerveau, un phénomène mystérieux comme le sommeil dont l'alternance périodique avec la veille suppose et impose en quelque sorte le balancement et la coopération de plusieurs organes ; mais elles s'inspirent d'une fausse conception de la vie et s'appuient sur des hypothèses mécaniques ou chimiques que la science ne permet pas de recevoir. Le professeur Serguéyeff en a fait une savante et décisive critique dans son important ouvrage (2) et a très justement montré qu'elles sont inacceptables, « soit au point de vue des faits qui leur servent de base, soit même à celui de la solution qu'elles proposent ».

« Parmi ces théories, dit-il, les unes prétendent que durant la veille le cerveau perd plus qu'il ne gagne et que durant le sommeil il reconstitue ses provisions respiratoires ; les autres ajoutent qu'à la suite de l'activité vigile l'organe se trouve encombré par des résidus impropres dont la période morphéique vient ultérieurement favoriser l'élimination. *Mais où donc est la preuve que les pertes*

(1) ÉCHO MÉDICAL DE LYON, nº 11, déc. 1896.
(2) *Physiologie de la veille et du sommeil*, 2 vol. 1890.

vigiles ne puissent être compensées durant la veille elle-même ? Où donc la certitude que le gaz oxygène s'emmagasine à la faveur d'un certain temps de repos cérébral ? Et en ce qui regarde le déchet, comment affirmer un *dégrèvement nocturne dont le contenu veineux ne témoigne en aucune manière ?* Du simple énoncé de ces questions il ressort avec évidence que les faits dont il s'agit sont de nature au premier chef conjecturale ; et cependant les conceptions qui les invoquent ne peuvent faire un seul pas sans les tenir pour absolument démontrées. Encore si de semblables hypothèses pouvaient fournir du problème une solution quelque peu satisfaisante ; mais il n'en est rien, et les deux états de veille et de sommeil restent inexpliqués comme devant. D'une part, en effet, comme les causes paralysatrices, usure ou déchet, doivent aller s'aggravant de plus en plus à partir du réveil même, l'activité vigile du cerveau devrait, à son tour, au lieu de s'arrêter subitement, décroître petit à petit à mesure que la journée s'avance ; et, par suite, de profondes obscurités subsistent, car, s'il fallait en croire les exigences théoriques, l'état de veille ne saurait être ce qu'il est en réalité. Comme, d'autre part, une période morphéique assez courte suffirait certainement à réduire de beaucoup les obstacles suspenseurs de l'activité cérébrale, un repos ultérieur de l'organe devient à tous égards incompréhensible ; et, par suite, un sommeil vraiment conforme aux prémisses des théories ne saurait être, lui non plus, ce qu'est en réalité l'état normal et quotidien, dont il s'agissait de surprendre la signification. Quant aux modifications sanguines enfin, il est facile de comprendre qu'elles ne peuvent être ici d'aucun secours ; car, directes ou réflexes, de pareilles modifications se règlent en toute rigueur sur les besoins actuels des éléments cérébraux, d'où il suit que la persistance de l'hyperémie vigile et celle de l'anémie morphéique ne sont pas plus justifiées que ne l'est le maintien intégral et prolongé de la veille elle-même ou du

sommeil lui-même. En un mot, pour satisfaire aux principes fondamentaux des théories, les temps de veille et de sommeil devraient toujours varier en raison directe du travail accompli pendant toute l'intermittence active, et de là résulte qu'en fin de compte, toutes les vues actuelles se trouvent être en contradiction flagrante avec le caractère le plus irrécusable du phénomène qu'elles prétendent expliquer, c'est-à-dire avec la nature essentiellement rythmique de la périodicité quotidienne. Une telle contradiction me paraît évidente, et, vu son importance sans égale, je ne crains pas de conclure : 1° que la veille et le sommeil ne sont déterminés par aucun changement morphologique quantitatif ou autre de la substance cérébrale ; 2° que si des modifications sanguines viennent périodiquement influencer l'exercice fonctionnel du cerveau, ces modifications ne sauraient être celles indiquées, c'est-à-dire que pour l'organe pris dans son ensemble les véritables changements circulatoires ne se produisent ni dans le sens hyperémique ni dans le sens anémique (1). »

Il est impossible de ne pas souscrire à ces sages conclusions. La nature du fonctionnement cérébral tant à l'état vigil que pendant le sommeil nous échappe encore complètement. Les échanges nutritifs sont-ils plus actifs dans l'encéphale le jour que la nuit ? Il est impossible de le dire dans l'état actuel de nos connaissances ; et pourtant les auteurs précédents partent tous de cette idée préconçue : que le sommeil est un état d'*inactivité cérébrale*. Nous nous inscrivons en faux avec le professeur Serguéyeff contre cette assertion injustifiée. Tout ce qu'on sait — et il faut insister sur ce point qui est dû aux laborieuses investigations du professeur Mosso — c'est que la circulation cérébrale est *toujours à peu près égale* et qu'il n'est pas plus permis de faire fond aujourd'hui sur la théorie de la *congestion* que sur celle de l'*anémie*.

(1) *Op. cit.*, t. II, pp. 65-67.

vigiles ne puissent être compensées durant la veille elle-même ? Où donc la certitude que le gaz oxygène s'emmagasine à la faveur d'un certain temps de repos cérébral ? Et en ce qui regarde le déchet, comment affirmer un *dégrèvement nocturne dont le contenu veineux ne témoigne en aucune manière ?* Du simple énoncé de ces questions il ressort avec évidence que les faits dont il s'agit sont de nature au premier chef conjecturale ; et cependant les conceptions qui les invoquent ne peuvent faire un seul pas sans les tenir pour absolument démontrées. Encore si de semblables hypothèses pouvaient fournir du problème une solution quelque peu satisfaisante ; mais il n'en est rien, et les deux états de veille et de sommeil restent inexpliqués comme devant. D'une part, en effet, comme les causes paralysatrices, usure ou déchet, doivent aller s'aggravant de plus en plus à partir du réveil même, l'activité vigile du cerveau devrait, à son tour, au lieu de s'arrêter subitement, décroître petit à petit à mesure que la journée s'avance ; et, par suite, de profondes obscurités subsistent, car, s'il fallait en croire les exigences théoriques, l'état de veille ne saurait être ce qu'il est en réalité. Comme, d'autre part, une période morphéique assez courte suffirait certainement à réduire de beaucoup les obstacles suspenseurs de l'activité cérébrale, un repos ultérieur de l'organe devient à tous égards incompréhensible ; et, par suite, un sommeil vraiment conforme aux prémisses des théories ne saurait être, lui non plus, ce qu'est en réalité l'état normal et quotidien, dont il s'agissait de surprendre la signification. Quant aux modifications sanguines enfin, il est facile de comprendre qu'elles ne peuvent être ici d'aucun secours ; car, directes ou réflexes, de pareilles modifications se règlent en toute rigueur sur les besoins actuels des éléments cérébraux, d'où il suit que la persistance de l'hyperémie vigile et celle de l'anémie morphéique ne sont pas plus justifiées que ne l'est le maintien intégral et prolongé de la veille elle-même ou du

sommeil lui-même. En un mot, pour satisfaire aux principes fondamentaux des théories, les temps de veille et de sommeil devraient toujours varier en raison directe du travail accompli pendant toute l'intermittence active, et de là résulte qu'en fin de compte, toutes les vues actuelles se trouvent être en contradiction flagrante avec le caractère le plus irrécusable du phénomène qu'elles prétendent expliquer, c'est-à-dire avec la nature essentiellement rythmique de la périodicité quotidienne. Une telle contradiction me paraît évidente, et, vu son importance sans égale, je ne crains pas de conclure : 1° que la veille et le sommeil ne sont déterminés par aucun changement morphologique quantitatif ou autre de la substance cérébrale ; 2° que si des modifications sanguines viennent périodiquement influencer l'exercice fonctionnel du cerveau, ces modifications ne sauraient être celles indiquées, c'est-à-dire que pour l'organe pris dans son ensemble les véritables changements circulatoires ne se produisent ni dans le sens hyperémique ni dans le sens anémique (1). »

Il est impossible de ne pas souscrire à ces sages conclusions. La nature du fonctionnement cérébral tant à l'état vigil que pendant le sommeil nous échappe encore complètement. Les échanges nutritifs sont-ils plus actifs dans l'encéphale le jour que la nuit ? Il est impossible de le dire dans l'état actuel de nos connaissances ; et pourtant les auteurs précédents partent tous de cette idée préconçue : que le sommeil est un état d'*inactivité cérébrale*. Nous nous inscrivons en faux avec le professeur Serguéyeff contre cette assertion injustifiée. Tout ce qu'on sait — et il faut insister sur ce point qui est dû aux laborieuses investigations du professeur Mosso — c'est que la circulation cérébrale est *toujours à peu près égale* et qu'il n'est pas plus permis de faire fond aujourd'hui sur la théorie de la *congestion* que sur celle de l'*anémie*.

(1) *Op. cit.*, t. II, pp. 65-67.

Ces théories ont fait leur temps, sont discréditées et abandonnées. Il faut chercher ailleurs la cause du sommeil et surtout se garder des vaines explications de la *mécanique* que le matérialisme propose et qui ne tiennent pas compte des conditions physiologiques du corps, en particulier de l'âme, principe de vie, qui les régit souverainement.

V

L'explication du sommeil, cherchée jusqu'ici dans le *seul* cerveau, ne s'y trouve pas.

Pourquoi les physiologistes modernes ne l'ont-ils pas demandée à l'encéphale, aux différents organes qui le composent ? Pourquoi se sont-ils obstinés à ne considérer qu'un seul d'entre eux, le plus important, il est vrai, *à l'exclusion des autres ?* Pourquoi ont-ils tout à coup perdu de vue cette vérité presque banale : que l'état morphéique est essentiellement psycho-sensoriel et relève de l'encéphale? Nous ne savons, et ne pouvons que regretter un si fatal aveuglement.

Renonçant par découragement et dépit au cerveau et passant d'un extrême à l'autre, plusieurs savants ont prétendu découvrir dans l'organisme tout entier la cause d'un phénomène essentiellement sensible. La question, qu'on avait d'abord trop rétrécie, a atteint du coup une étendue aussi disproportionnée qu'injustifiable. Ce n'était guère le moyen de la comprendre, encore moins celui de la résoudre.

Sommer, par exemple, proposa il y a trente ans une théorie du sommeil où l'asphyxie joue le premier rôle, mais où le cerveau n'a déjà plus qu'une importance secondaire. Elle suppose que le sang et les tissus ont la propriété non seulement de consommer l'oxygène, mais d'en emmagasiner des quantités énormes, pour servir à plu-

sieurs fonctions vitales. Le sommeil serait un état de repos périodique déterminé par la privation d'oxygène, et pendant lequel l'organisme réaccumulerait ce gaz dans le sang et dans les tissus. Par suite, l'oxygène présiderait aux deux phases de repos morphéique et d'activité vigile; son absence se traduirait spécialement dans le cerveau par l'activité nulle ou très incomplète de cet organe (1).

Nous croyons inutile de réfuter cette thèse singulière, qui a tous les défauts des théories asphyxiques précédemment réfutées, sans en avoir les qualités. Une autre thèse nous appelle, ingénieuse et savante, et qui mérite une sérieuse considération, nous ne disons pas une adhésion quelconque : c'est celle de Serguéyeff. Ce distingué professeur a très bien constaté l'insuffisance des explications proposées, et il a consacré deux gros volumes à exposer et à défendre sa laborieuse et fantastique conception. Écoutons-le.

« Le sommeil, dit-il, est une fonction nécessaire, végétative et presque évidemment nerveuse, mais dont l'organe est tout à fait ignoré. Que nous faut-il? Il nous faut un organe nécessaire, végétatif et presque totalement nerveux, mais dont, en revanche, la fonction principale demeurerait encore, à tous égards, indéterminée. Or, un organe existe qui satisfait à ces conditions : c'est l'appareil sympathique ou ganglionnaire. Les ganglions seraient donc des organes assimilateurs d'une *forme éthérée, sthénique ou dynamique*, et cette œuvre s'exercerait par deux phases alternantes d'emprunt ou de rejet, qui sont la veille et le sommeil. »

Serguéyeff est très affirmatif sur l'existence de la *forme éthérée ou dynamique* qui se révèle ainsi tout à coup : il n'hésite pas à considérer les ganglions du sympathique « comme des réservoirs plus ou moins autonomes d'une

(1) *Neue Theorie des Schlafes*, ZEITSCHRIFT FÜR RATION. MEDIZIN. Leipzig und Heidelberg, 1868, t. XXXIII, pp. 214-226.

forme dynamique quelconque, à la fois *ambiante et impondérable*, laquelle *deviendrait énergie nerveuse par une de ces actions métaboliques* dont parle si souvent le professeur Luys ». Comment s'absorbe cette singulière *forme*? Par la peau, qui reçoit les extrémités des fibres nerveuses et joue vis-à-vis l'alimentation dynamique le rôle du poumon à l'égard de l'alimentation gazeuse.

Mais il faut suivre l'auteur dans le développement de son hypothèse. « L'épiderme corné, dit-il, comparable au tissu des aréoles pulmonaires, se borne à laisser passer l'aliment exigible ; mais au-dessous de la couche cornée se rencontre partout la couche muqueuse, dont les cellules constituent déjà de véritables éléments fonctionnels doués d'une aptitude attractive qui permet de les comparer à des globules sanguins stationnaires et en vertu de laquelle ces corpuscules fixent le *dynamisme ambiant* comme les hématies fixent le gaz oxygène. Dans toute l'étendue de la couche muqueuse se ramifient, d'autre part, d'innombrables fibres grises. De semblables fibres, évidemment, ne peuvent se rattacher qu'aux cellules des ganglions périvasculaires ou bien à celles des amas plus profonds, et de la sorte nous apparaît l'élément spécial du grand sympathique, c'est-à-dire la cellule ganglieuse munie d'un prolongement pâle, lequel se continue avec une fibre nerveuse également. Pris en soi, chacun de ces éléments peut assez bien se comparer avec une bouteille de Leyde à la fois vivante et microscopique, laquelle serait condensatrice, sinon de l'électricité, du moins d'une forme très voisine. Les cellules ganglieuses les plus proches de la périphérie projettent leurs fibres grises au milieu des cellules du corps muqueux, et là ces fibres remplissent un rôle analogue à celui que jouent, dans les bouteilles de Leyde, les tiges métalliques dont elles sont armées ; en un mot, les fibres de Langerhans soutirent aux cellules de Malpighi la *forme* peut-être déjà modifiée que ces dernières dérobent au *dynamisme ambiant*, et

elles la condensent au profit d'un premier nombre de ganglions circumvasculaires. Ceux-ci, de nouveau, ne sont pas autre chose que des bouteilles de Leyde composées ou disposées en petites batteries, et dont, pareillement à leurs analogues, l'aptitude condensatrice n'est pas indéfinie, c'est-à-dire qu'elle ne va pas au delà d'une certaine charge-limite. A partir de l'espace sous-épidermique, les ganglions circumvasculaires se transmettent de l'un à l'autre le dynamisme alibile que par entremise fibrillaire ils reçoivent de la couche muqueuse, et de là ces influx centripètes qui, se propageant jusqu'aux ganglions fondamentaux, constituent le mouvement d'emprunt vigil.

« Un agent à la fois nerveux et trophique s'accumule de la sorte dans les masses fondamentales du système, et à leur tour celles-ci le dispensent à tous les tissus au moyen de leurs fibres grises efférentes. Mais les dépenses dynamiques de l'organisme sont, sous le rapport quantitatif, au dernier point variables, et c'est pourquoi les ganglions ou réservoirs centraux accumulent toujours beaucoup au delà des besoins courants. De cette circonstance il résulte qu'au bout d'un certain temps quotidien, plus ou moins déterminé, les masses ganglieuses fondamentales se trouvent détenir un excédent dynamique qui leur devient intolérable et qui, mettant de fait obstacle à la continuation de l'emprunt vigil, suscite, en son lieu et place, ces influx centrifuges au moyen desquels s'accomplit le rejet morphéique (sommeil) (1). »

Voilà une hypothèse étrangement compliquée, nous pourrions dire un fantastique roman. Comment l'esprit aiguisé de Serguéyeff n'a-t-il pas vu ses inconséquences, senti son irrémédiable faiblesse, lui qui a si scrupuleusement découvert et mis en relief les erreurs et jusqu'aux moindres défaillances des savants qui ont étudié avant

(1) *Op. cit.*, t. I, pp. 742-744.

lui les conditions du sommeil ? C'est à croire que tout auteur s'illusionne nécessairement sur son œuvre.

La *forme dynamique* qu'imagine le savant russe ne répond à aucune réalité, ne satisfait même pas la raison. Comment concevoir que cette *forme* « ambiante et impondérable » arrive à se transformer en *énergie nerveuse ?* Le *dynamisme cosmique* ne saurait devenir *influx vital*, même par la grâce de la *métabole* si ingénieusement trouvée par le Dr Luys (1). Et là ne se limitent pas les impossibilités de la thèse. Comment la *forme invisible, impondérable* arrive-t-elle à s'agglomérer, à se *condenser* dans les ganglions ? L'auteur lui-même n'a qu'une confiance très limitée dans la valeur de sa conception fantaisiste, puisqu'il avoue « qu'une *forme dynamique* quelconque, à la fois ambiante et impondérable, *ne suffit pas à constituer l'activité vitale.* » C'est l'évidence même, mais c'est aussi la condamnation de la *forme dynamique*.

S'il est difficile d'admettre l'existence de cette *forme*, il l'est bien davantage de comprendre le jeu diversifié dont on la gratifie. Pourquoi, par exemple, changerait-elle régulièrement soir et matin son cours à travers les nerfs, dans un flux et un reflux alternatifs qui correspondraient exactement aux phénomènes de la veille et du sommeil ? Serguéyeff est incapable de le dire ; et, par suite, sa théorie ne nous expliquant pas plus que les autres la périodicité frappante qui appartient au sommeil, tombe également sous sa propre critique.

Mais, il faut le dire et le répéter avec insistance, la science n'acceptera jamais l'existence d'un fluide aussi inconcevable que celui du savant russe. Aucune expérience décisive ne l'a démontré, ne permet même de le soupçonner ; et de subtiles raisonnements ont pu seuls lui donner corps dans l'imagination de son auteur. La cause du sommeil n'est pas là ; et il paraîtra toujours plus logique et

(1) Cf. Dr Surbled, *Le Problème cérébral*, pp. 139-141.

plus scientifique de la chercher dans l'encéphale que dans le dynamisme universel.

Mais, dans le monde savant, qui songe à l'encéphale et à ses différents organes pour rendre raison de l'alternance des phases vitales ?

En dehors des thèses aventureuses de Sommer et de Serguéyeff, on a, jusqu'à ce jour, exclusivement cherché dans le cerveau la cause du sommeil. C'est là, selon nous, une fausse route et, par suite, une occasion fatale d'échec. Toutes les difficultés qu'on a rencontrées pour arriver à une solution acceptable du problème morphéique sont nées de cet exclusivisme étroit. Si l'on veut en sortir, il faut rompre nettement avec les errements du passé et ne pas limiter arbitrairement au cerveau les investigations de la science. Pourquoi, par exemple, ne pas les diriger du côté du cervelet ? Cet organe est méconnu, il a certainement un rôle important ; et rien ne prouve qu'il ne participe pas activement à la veille et, par suite, au sommeil. Pourquoi la fonction psycho-sensorielle ne serait-elle pas dans l'encéphale tout entier ? Pourquoi ne résulterait-elle pas de l'accouplement physiologique des deux cerveaux ? Les connexions étroites et multipliées du petit cerveau avec le grand ne sont pas fortuites et présagent à coup sûr leur synergie. Nous sommes persuadé qu'il y a là une voie nouvelle, inexplorée qui réclame les travaux des chercheurs, et qu'on y trouvera la solution de l'énigme prétendue indéchiffrable. Nous allons brièvement indiquer les raisons qui militent en faveur de notre opinion.

VI

C'est le *cervelet* ou petit cerveau qui est, selon nous, l'organe qui préside au repos morphéique. Tel est le sentiment auquel nous sommes arrivé non par une intuition subite, mais par une série de réflexions motivées qui

ressemblent beaucoup à celles du professeur Serguéyeff rapportées plus haut. La conclusion seule diffère.

Le sommeil, disions-nous comme le professeur russe, est une fonction nécessaire, capitale, mais surtout nerveuse, dont l'organe est tout à fait ignoré.

Quel est cet organe ?

Il ne saurait être que nerveux et *ne peut être que dans l'encéphale*.

Or, il y a là un organe nécessaire, important et certainement nerveux, dont la fonction reste toujours indéterminée en dépit de toutes les attributions : c'est le cervelet. Voilà l'*organe du sommeil*.

Notre thèse n'a pas la prétention d'être nouvelle : nous l'avons soutenue dès 1893 (1) et nous avons continué de la défendre. Nous la maintenons aujourd'hui avec d'autant plus d'ardeur et de confiance, qu'aucune contradiction grave ne l'a atteinte et que les faits lui donnent de plus en plus raison.

Avant de l'esquisser, il faut nécessairement lui fournir une base physiologique et marquer comment fonctionne l'encéphale, comment le cerveau et le cervelet travaillent et s'associent dans la vie nerveuse.

Les données expérimentales sont encore rares, peu précises, presque insuffisantes sur ce point ; mais elles sont assez concordantes pour asseoir notre jugement et nous permettre d'établir une conciliation déclarée naguère impossible : celle de la psychologie et de la physiologie. N'y a-t-il pas là un résultat très appréciable ? Le rôle que nous attribuons au cervelet (2) n'est pas accepté par la science *officielle* : qu'importe, si l'École se trompe, si les

(1) *Le Sommeil*. Téqui.

(2) La science officielle *ignore* le rôle du cervelet. Avec le Dr Courmont et quelques autres, nous croyons que cet organe préside à la vie affective. Cf. Dr Courmont, *Le Cervelet*, 1891 ; Dr Surbled, *Un organe méconnu, le cervelet*. Sc. Cath. 1892-93, et *Une théorie nouvelle sur le cervelet*, Sc. Cath. oct. 1899. — Un volume récent, *La Vie affective* (Vitte), résume tous ces travaux.

faits nous donnent raison? L'essentiel est de trouver la vérité, et non de suivre la routine. Ce n'est certes pas en se cantonnant obstinément dans l'opinion traditionnelle que l'École grandira son prestige et fera avancer la science.

Comment s'organise la vie encéphalique? Le cerveau et le cervelet s'associent intimement sans cesser d'avoir leurs fonctions distinctes : ils servent respectivement les deux facultés maîtresses de l'âme humaine, l'*esprit* et le *cœur*. Sous le nom d'*esprit*, on entend l'intelligence ; sous celui de *cœur*, les appétits et les passions qui forment le fond de la vie affective.

Le grand cerveau étant attribué à la sensibilité commune et le petit à la sensibilité affective, ils se partagent exactement les éléments sensibles de l'activité psychique.

Le rôle du grand cerveau n'est pas contesté, il est établi d'une manière définitive par les récentes découvertes de la physiologie. C'est un vaste et puissant *organe de sensibilité et de mouvement* : les muscles de la vie animale y trouvent leurs racines motrices, leurs centres d'impulsion ; la sensibilité commune, l'imagination et la mémoire, toutes les facultés sensibles y ont leur siège. Et l'intelligence ne peut s'exercer qu'au moyen des *images* libéralement fournies par l'atelier cérébral (1).

Le petit cerveau ou *cervelet* est l'organe des appétits, le centre des passions. Toute la vie affective s'y développe, s'y concentre et en rayonne pour porter l'impulsion et la vigueur tonique aux différents centres nerveux. Et la volonté, ou *appétit raisonnable*, est liée au cervelet, comme l'intelligence au cerveau, par les appétits sensibles qui sont la condition nécessaire de son exercice, de même que les *images* sont indispensables à l'esprit.

L'encéphale se partage donc en deux organes également importants pour le développement de la vie sensible, mais il reste toujours *un* malgré sa dualité : n'est-il pas informé

(1) Dr Surbled, *Le Cerveau ; Le Problème cérébral.*

par l'âme qui garde sa puissante unité dans le jeu de ses nombreuses facultés? Les deux cerveaux ont des fonctions spéciales, distinctes ; mais leurs opérations ont des liens étroits, nécessaires qui les mêlent et les confondent ensemble : à l'un est réservée la connaissance sensible, à l'autre appartiennent les appétits. Ces appétits et la connaissance sont liés, solidaires et aussi inséparables que les organes encéphaliques ; la vie nerveuse les associe et les unit dans son action commune.

On peut dire qu'il n'y a pas d'opération *cérébrale* où l'influence *cérébelleuse* n'ait sa part, ne se traduise d'une façon sensible, *et réciproquement*. L'appétit ne s'éveille qu'à la suite d'une sensation actuelle ou remémorée, à propos d'une impression ou d'un souvenir. *Ignoti nulla cupido*, dit un vieil axiome : « Sans connaissance, pas de désir. » La connaissance est donc indispensable à l'appétit, mais à son tour elle s'en réclame, elle en a rigoureusement besoin : elle serait vaine sans les facultés concupiscibles qui l'actionnent et tendent à l'objet qu'elle propose.

Les passions correspondent étroitement à la sensation, et les appétits à la connaissance. Les inclinations naissent naturellement des sensations, et ce sont elles qui provoquent l'activité. Sans les passions, où serait la vie? Il n'y aurait dans l'organisme désemparé ni action ni sentiment. Ce sont les *mouvements du cœur* qui sont les vrais ressorts de l'être animé : ils émeuvent les sens, agitent l'esprit et surexcitent la volonté.

Si, comme nous l'estimons, les appétits sensitifs ont leur siège dans le cervelet, l'appétit raisonnable qui procède de l'ordre spirituel et que l'on nomme généralement *volonté*, trouve dans le même organe son *substratum* sensible, sa base d'opérations. Les deux variétés d'appétits, quoique très différentes de nature, sont inséparables. Il n'y a pas plus d'acte volontaire sans sensibilité affective qu'il n'y a de pensée sans image. Malheureusement les relations de la volonté avec l'encéphale sont très obscures, et le jour

est encore lointain où elles seront établies et expérimentalement démontrées (1).

L'*attention*, qui est la forme la plus simple et la plus commune de la volonté, n'est pas encore connue dans son fond psycho-sensoriel ; mais elle n'est pas isolée de l'économie vivante, elle procède certainement d'un phénomène sensible. Il est probable qu'elle a pour condition un afflux de courants nerveux abondants et rapides dirigés du cervelet sur le cerveau et tenant en excitation permanente les fonctions sensorielles. Cette excitation n'est pas excessive, mais elle est suffisante pour retenir les images et fixer les impressions. Quel en est le mécanisme ? Nul ne le sait. Les preuves expérimentales manquent, ou du moins celles que l'on possède ne sont pas assez fortes, assez probantes pour entraîner la conviction. Nous devons pourtant citer celle que Tarchanoff a tirée de ses curieuses expériences sur le chien (2).

On sait, depuis les mémorables travaux de Fritsch et Hitzig, base de la féconde *doctrine des localisations* (3), que l'irritation des *centres moteurs* à la surface convexe du cerveau provoque régulièrement des mouvements déterminés. Par exemple, l'excitation mécanique, chimique ou électrique du centre moteur de la patte postérieure amène la contraction des muscles de cette patte. Or, il a suffi à Tarchanoff de présenter à un chien trépané un morceau de viande et de fixer son attention sur ce mets succulent pour observer la cessation de tous les mouvements, alors même que l'on continuait d'irriter les centres correspondants. L'influx nerveux se trouvait du coup dévié au profit de la sensation olfactive et visuelle.

Le savant physiologiste n'a pu obtenir les mouvements voulus qu'en contrariant le nouveau phénomène, en employant un courant électrique plus fort qu'auparavant. Ce

(1) Dr Surbled, *La Volonté*. Téqui.
(2) REVUE MENSUELLE DE MÉDECINE ET DE CHIRURGIE, 1878, p. 721.
(3) Dr S. *La Doctrine des localisations cérébrales*, Téqui.

résultat ne démontre-t-il pas clairement que l'attention a une base physiologique, et que le centre de la vie affective (selon nous, le cervelet) y est particulièrement intéressé ? Nous ne faisons pas difficulté, d'ailleurs, de reconnaître qu'il est incomplet, insuffisant et demande à être corroboré par de nouvelles expériences. Il nous laisse dans une profonde ignorance du mécanisme physiologique de l'attention, il nous permet seulement d'entrevoir ce que donnera la science de demain.

L'*attention* n'en est pas moins la caractéristique de l'état de veille. Par opposition, elle manque absolument au dormeur : son absence est une des conditions les plus manifestes, les plus nécessaires du sommeil. Ces deux points sont essentiels à notre thèse, et nul ne songe à les contester. L'homme qui veille est en possession de tous ses moyens, attentif à tout ce qui l'entoure et conscient de lui-même. L'homme qui dort est étranger au monde extérieur, sans volonté ni conscience.

C'est ainsi que la faculté volontaire, qui joue un si grand rôle dans la vie et que nous croyons basée sur le cervelet, organe des appétits sensitifs, nous ramène directement à l'objet de notre étude. Pendant la veille, la volonté s'exerce, le cervelet est en jeu ; pendant le sommeil, au contraire, la volonté est suspendue, le cervelet cesse d'agir. L'organe des appétits est tour à tour en fonction ou en arrêt, suivant qu'on veille ou qu'on dort. La relation est constante. Qu'on recherche les conditions nécessaires d'une part à la venue du sommeil, de l'autre au réveil, et l'on constatera facilement qu'elles ont toujours trait dans le premier cas à l'affaiblissement et à la suspension, dans le second à l'excitation des facultés appétitives, en d'autres termes, à l'inertie ou à l'activité du cervelet.

L'apathie est la première condition du sommeil. Celui qui s'endort promptement et sans effort, qu'il le veuille ou non, doit n'éprouver aucune agitation sensible ; il doit être exempt de toute inquiétude d'esprit ou de cœur et se

placer dans une sorte d'indifférence totale. Le sommeil parfait, calme et réparateur, est parfois appelé le « sommeil du juste », Pourquoi ? Parce qu'il y a une corrélation étroite, évidente entre la conscience morale et l'âme sensitive. Les passions soumises, en nous rendant libres et heureux, donnent tout empire au repos morphéique.

Le sommeil a donc besoin du calme des passions ; mais il ne résulte pas, comme on l'a dit et répété, du calme des sens. Sa première et sa plus importante condition, c'est l'engourdissement de la sensibilité. On l'obtient de bien des manières, soit par le bruit, soit par le silence, tantôt par l'obscurité, tantôt même par la lumière.

Rappelons d'abord les moyens les plus communs. C'est une position horizontale et abandonnée que prend instinctivement le corps, position avantageuse en ce qu'elle ne gêne aucune partie. C'est l'immobilité générale qui, s'opposant à toute sensation nouvelle, amène la résolution musculaire. C'est l'obscurité, naturelle ou voulue, aidée de l'occlusion des paupières, qui enlève aux yeux et, par suite, à l'encéphale toute occasion d'excitation. C'est le silence qui joue le même rôle vis-à-vis de l'ouïe.

Mais le silence n'est pas plus nécessaire que l'obscurité. Certains bruits ont la vertu incontestable de provoquer le sommeil. Les nourrices endorment leurs bébés avec un chant traînant et monotone. Le meunier s'endort au tic-tac de son moulin. Une musique incessante et uniforme, le murmure d'un ruisseau, le violent fracas des vagues, un chant cadencé sans couleur et sans art, une récitation terne et insignifiante, un sermon même qui traîne en longueur, sans chaleur et sans vie, arrivent vite à clore nos paupières alourdies et à nous jeter dans les bras de Morphée.

Ces bruits divers n'agissent pas autrement que le silence : ils engourdissent l'organe à force de l'ébranler. La sensibilité, toujours provoquée de la même manière, répond de plus en plus mal à l'excitation : elle s'émousse, se fausse et finit par s'éteindre. C'est ainsi qu'agit le bercement sur les

jeunes enfants qu'on veut endormir. Dans un autre ordre de faits, n'est-ce pas aussi le mécanisme qui préside aux merveilles de l'hypnotisme ? Le sommeil plus ou moins artificiel qu'on obtient alors, résulte souvent de passes manuelles ou de la fixation prolongée d'un objet brillant, toutes pratiques qui ont pour effet d'engourdir et de paralyser en quelque sorte le sens visuel.

L'habitude modifie considérablement les conditions normales du sommeil : c'est une *seconde nature*. Le meunier qui s'endort paisiblement au bruit du tic-tac de son moulin, se réveille en sursaut dès que le mouvement cesse. Le sens subit là une nouvelle éducation, une sorte d'accoutumance qui confirme la loi physiologique, loin de l'ébranler.

L'un des obstacles les plus saisissants au sommeil, c'est à coup sûr l'agitation des sens et du cœur. L'homme que le bonheur remplit ou que torture l'angoisse ne peut pas dormir. Que de *nuits blanches* sont dues au trouble des passions ! Une joie vive, une colère violente, une douleur intense éloignent à jamais le repos de notre couche ou nous ballottent dans un sommeil anxieux, coupé de rêves incohérents ou d'atroces cauchemars. Toutes les passions : la peur, l'inquiétude, la haine, l'amour, ont la même influence ; elles nous privent plus ou moins de sommeil.

Il semble que leur centre organique, le cervelet, soit alors en état d'éréthisme et refuse de subir l'inertie périodique qui abandonne le cerveau à lui-même et permet le repos morphéique.

Si le phénomène le plus frappant du sommeil est l'immobilité, le plus intime et le plus important est certainement la suspension de la sensibilité externe, qui est elle-même en rapport avec la diminution de la sensibilité interne et surtout avec l'arrêt des facultés affectives. L'*apathie* qu'on observe n'est due qu'à l'inhibition fonctionnelle. Le dormeur devient étranger aux impressions du dehors comme aux mouvements violents du cœur : il ne perçoit plus, pendant les périodes de rêve, que les vagues et

fugitives impressions d'une imagination légère et vagabonde (1).

L'*aliénation* temporaire, que nous subissons tous périodiquement, n'est jamais plus évidente qu'au réveil, surtout quand il est rapide ou brusque. Chacun la constate et s'en étonne ; mais, pour être bien comprise, elle veut être étudiée sur autrui. — Un homme est profondément endormi : cherchez à le réveiller, et vous serez étonné des difficultés de la tâche. Vous écartez violemment ses paupières : ses yeux semblent vous regarder et ne vous voient pas. Parlez-lui à l'oreille, itérativement, très fort : il ne vous entendra ou ne vous comprendra pas, et ne discontinuera pas son somme. Les sensations ne semblent pas exister, ou du moins elles ne sont pas perçues. Comment obtient-on, le plus souvent, le réveil d'un « bon dormeur » ? Par des secousses répétées qui dépassent en quelque sorte la sensation, ébranlent le système nerveux et provoquent même la douleur.

Tous ces faits, et beaucoup d'autres que nous ne pouvons pas rapporter, nous semblent établir le rôle du cervelet dans l'économie vivante et nerveuse, et plus spécialement sa participation à l'alternance des deux phases de la veille et du sommeil.

C'est le cervelet qui suscite et entretient l'activité sensible dans le cerveau pendant la veille ; c'est lui qui, en suspendant cette activité, en subissant une sorte d'inhibition, détermine le phénomène du sommeil. On n'explique pas encore, mais on conçoit bien cette influence du cervelet. Admettez-la, et vous aurez raison des différences fondamentales qui séparent la veille et le sommeil. Rejetez-la, et vous retomberez dans l'ignorance et les contradictions où nous laissent les anciennes théories du sommeil.

Il y a en effet, dans ce singulier état, deux phénomènes primordiaux auxquels se ramènent tous les autres et dont

(1) Cf. Dr SURBLED, *Le Rêve*, 3e édit.. Téqui.

il faut avant tout se rendre compte : ce sont l'amoindrissement de la sensibilité commune et la suspension de la sensibilité affective. Le premier est un résultat du second, et tous deux s'expliquent très bien dans notre hypothèse. Si la sensibilité commune s'affaisse et s'engourdit, c'est parce qu'elle ne reçoit plus de la faculté affective l'afflux nerveux nécessaire à sa mise en train et à son expansion.

Tandis que l'activité vigile suppose le fonctionnement des deux cerveaux, l'exercice de toutes les facultés, de la vie affective comme de la vie psycho-sensorielle, le sommeil comporte, au contraire, l'inhibition du cervelet, la suspension de la sensibilité comme celle de l'attention. Le petit cerveau cessant d'agir sur le grand et de lui envoyer ses effluves nerveux, la sensibilité interne se suspend comme l'externe, et l'attention n'a plus de base. L'imagination, qui à l'état de veille sert de support à la pensée réfléchie, ne donne plus que de vains rêves, quand elle est abandonnée à elle-même. Et l'homme endormi, privé de sensibilité et de mouvement, sans volonté et sans pensée, offre bien l'image saisissante du *cadavre* que tous les auteurs ont notée.

Mais cette image, on le sait, n'est qu'une vaine apparence. La vie de l'homme est tour à tour latente et manifeste. La sensibilité du corps, la volonté de l'âme sont suspendues par intermittence, mais non éteintes. L'être insensible qui gît à terre n'est pas mort : la statue inerte va tout à l'heure s'animer et agir. La face, un instant immobile et muette, va quitter au réveil son masque impassible et trompeur, pour s'éclairer d'un seul coup et émettre, par tous ses traits, dans une expression sensible et vivante, les beaux et incomparables rayons de l'esprit humain.

Nous venons d'exposer l'explication du sommeil qui nous paraît répondre le mieux aux exigences de la philosophie et de la science ; nous la soumettons au jugement de nos pairs, sans illusion comme sans crainte. Elle n'est

pas parfaite, ni absolument concluante; mais nous l'opposons hardiment à toutes celles qui ont été proposées de nos jours et nous croyons qu'elle supportera la comparaison. Notre espoir est qu'elle se confirmera de plus en plus et qu'elle triomphera tôt ou tard de l'opposition ou de l'inertie de la science *officielle*, trop souvent en lutte obstinée avec le progrès.

N'est-il pas humiliant, à l'aurore du XXe siècle, de constater l'ignorance de cette science tant vantée sur les problèmes les plus importants de la vie, et n'y a-t-il pas là une leçon méritée pour notre vain orgueil ?

Le sommeil, cette fonction capitale qui accapare le tiers ou la moitié de notre vie, est ignoré non seulement dans son mécanisme, mais dans sa nature même ; et les physiologistes de l'École, incapables de le définir, en sont réduits à cacher leur impuissance sous des formules compliquées et vides de sens.

Pour les uns, c'est le *repos de l'organisme*, la *cessation réparatrice des fonctions de relation* (Mathias Duval), l'*arrêt périodique du mouvement ;* pour les autres, c'est le *repos des cellules cérébrales* (Devay), l'*inhibition des neurones corticaux*, la *rétraction des prolongements protoplasmiques*, etc.

Et pour tous, il faut l'avouer, c'est un profond mystère que dissimulent honteusement aux yeux du vulgaire profane de grands mots savants tirés du grec. Ne serait-il pas plus simple, plus honnête et plus scientifique de dire : Nous ne connaissons pas la nature intime du sommeil ?

Il est particulièrement plaisant d'entendre les sommités de l'École affirmer du haut de leur chaire que l'état morphéique est le *repos des cellules cérébrales*. Ah ! le bon billet ! Comme les étudiants qui l'acceptent ont la raison courte et l'humeur facile ! N'en savent-ils pas sur ce point autant que leur maître ?

L'encéphale possède des milliards de cellules ou, plus exactement, de neurones. *Quelles cellules sont en repos*

pendant le sommeil ? Voilà précisément la question qu'il faudrait résoudre et sur laquelle on ne fournit pas de données suffisantes. Est-il même permis d'affirmer que le sommeil résulte d'un *repos* des cellules ? C'est très douteux dans l'état actuel de la science.

La question de la nature du sommeil est obscure, presque inextricable. Beaucoup estiment qu'il faut l'abandonner momentanément, la laisser dormir, en attendant des découvertes profitables. Nous ne partageons pas, on l'a vu, ce lâche découragement, nous réprouvons le scepticisme et la routine ; et, plein de foi dans la science et dans l'avenir, nous avons remué à notre tour le problème morphéique et proposé une solution. Puisse notre modeste pierre n'être pas inutile aux travailleurs et contribuer à l'édifice que le XXe siècle, plus fier ou plus heureux que le nôtre, tiendra à honneur de bâtir !

DOCTEUR SURBLED.

COUP D'ŒIL

SUR

LA CIVILISATION ASSYRIO-BABYLONIENNE [1]

Nous communiquons dans ces pages quelques vues sur la civilisation des antiques monarchies de la Mésopotamie orientale. Pour mettre notre sujet dans son cadre, nous commençons par rappeler brièvement quelques notions essentielles de géographie et d'histoire.

I

ASSYRIENS, BABYLONIENS, CHALDÉENS

Les Assyriens habitaient les deux rives du Tigre en son cours moyen, avec Ninive pour capitale, sur la rive gauche. Ils avaient pour voisins au sud les Babyloniens, riverains du Tigre et de l'Euphrate ; les décombres de Babylone couvrent les rives de l'Euphrate, à la hauteur de Bagdad, un peu en aval du col formé, à l'est du désert de Mésopotamie, par le rapprochement des deux fleuves.

Les Chaldéens, primitivement distincts des Babyloniens, étaient situés sur les mêmes fleuves, plus bas, jusqu'au golfe Persique. Les Chaldéens se fondent avec les Babyloniens au VIIe siècle avant notre ère.

(1) Conférence faite à l'Assemblée générale de la Société scientifique de Bruxelles, le mercredi 25 avril 1900.

A partir pour le moins de la fin du XIIIe siècle, les Assyriens tiennent ou replacent constamment sous le joug, soumettent au tribut et à la corvée, massacrent, emmènent en captivité les peuples du Tigre supérieur, de l'Euphrate moyen, ainsi que d'une portion changeante de la Syrie méridionale. Au VIIIe siècle, leur domination s'étend encore ; elle finit par comprendre le cours de l'Euphrate depuis ses sources en Arménie jusqu'au golfe Persique ; elle s'impose à la Susiane ou pays d'Élam, une monarchie très ancienne, au nord du golfe Persique, ainsi qu'à une foule de tribus, des Mèdes et autres, au nord de la Susiane, jusqu'au voisinage de la mer Caspienne. Les Assyriens soumettent plus d'une fois l'Égypte ; les armées du roi Assurbanipal saccagent Thèbes, dont elles emportent des obélisques à Ninive.

Arrivée à son apogée, la puissance assyrienne s'écroule rapidement. Vers 630 avant l'ère chrétienne, le roi de Ninive, en dehors de l'Assyrie proprement dite, ne possède plus que la Babylonie, en tout ou en partie. Le reste lui a échappé. Aux environs de 610, l'Assyrie tombe sous les coups des Chaldéo-Babyloniens et des Mèdes ligués contre elle. Les palais de Ninive et des autres cités assyriennes deviennent la proie des flammes : ils éteignent, en s'effondrant, l'incendie qui les dévore, et leurs ruines préservent des monuments d'art et des inscriptions destinés à revoir la lumière, et à exciter une si vive curiosité, après vingt-cinq siècles de profond oubli.

A la chute de Ninive, l'Assyrie, la Mésopotamie septentrionale et l'Arménie sont annexées à l'empire des Mèdes, habitants des contrées qui forment la partie septentrionale du royaume actuel de Perse. La Susiane, la Syrie, la Phénicie et la Palestine tombent aux mains de Nabopolassar et de son fils Nabuchodonosor, les fondateurs de l'empire chaldéo-babylonien. A la trente-septième année de son règne, Nabuchodonosor pille l'Égypte à son tour.

Ces potentats, comme leurs prédécesseurs de Babylone et de Ninive, ont voulu s'immortaliser par des inscriptions. Mais les rois babyloniens de tous les siècles, très différents en cela des rois de Ninive, parlent peu ou point de leurs exploits guerriers ; ils nous entretiennent presque exclusivement de leurs travaux de construction et de canalisation. Sans la Bible, nous ne saurions presque rien des guerres de Nabuchodonosor. Elle nous le montre pillant, massacrant, déportant les rois et les peuples vaincus, à la façon des conquérants ninivites. L'empire chaldéo-babylonien dura peu ; il fut détruit par Cyrus, roi de Perse, qui s'empara de Babylone en 538.

II

CIVILISATION, ASSEZ AVANCÉE, IDENTIQUE A NINIVE ET A BABYLONE. — SES ORIGINES. — SON CARACTÈRE CONSERVATEUR ET PROGRESSIF

Les monuments de la civilisation assyrio-babylonienne reviennent au jour et sont étudiés depuis bientôt soixante ans. Actuellement, un groupe considérable de savants y consacrent leurs efforts. Ils n'auront pas de sitôt épuisé leur objet. La division du travail s'impose en assyriologie ; elle a déjà ses sous-spécialités pour l'exploitation des seules sources écrites. Cela tient aux difficultés de lecture et d'interprétation, à la quantité sans cesse croissante des textes exhumés, et aussi à la civilisation assez compliquée dont ils conservent le souvenir et dont l'étude exige le concours de forces très diverses. Par exemple, pour comprendre dans ce qu'ils ont de caractéristique des monuments aussi instructifs que les textes juridiques et les textes astronomiques des Assyrio-Babyloniens, il est clair que l'assyriologue n'a pas assez de ses moyens pro-

pres. Il doit étudier la jurisprudence et l'astronomie, ou faire appel à la collaboration de juristes et d'astronomes.

Mais si l'assyriologie a encore beaucoup de travail devant elle, elle n'en possède pas moins une grande somme de connaissances définitivement acquises. La physionomie des Assyrio-Babyloniens commence à se dessiner.

En ce qui concerne la civilisation, Babylone et Ninive, à part quelques nuances, ne font qu'un. Les Babyloniens et les Assyriens sont les deux grandes parties d'un tout, homogène dans son fond principal. Langage, idées, tendances intellectuelles, légendes primordiales, panthéon, culte, superstitions, tout cela est le même ici et là, à Babylone comme dans sa source, à Ninive comme dans un courant dérivé. Le courant revenait volontiers à la source. Aux derniers jours de l'empire assyrien, Assurbanipal fait transcrire pour sa bibliothèque et à l'usage des lettrés ninivites, les documents religieux, poétiques, magiques, astrologiques de Babylonie. Il est au comble de la puissance, il raconte de grandes victoires, et cependant il parle de cet acte comme d'un fait qui honore grandement son règne.

Malgré les rivalités politiques, malgré les dévastations et les massacres par lesquels les derniers rois de Ninive châtient les révoltes de la Babylonie, qu'ils ont subjuguée, celle-ci reste à leurs yeux une terre sacrée. Maîtres de la Babylonie, ce dont ils se félicitent le plus, c'est de pouvoir offrir des victimes et accomplir d'autres cérémonies religieuses dans ses temples. Quand Samassumukin, roi vassal de Babylone, se soulève contre son frère Assurbanipal, roi de Ninive, il supprime les sacrifices offerts au nom de son suzerain ; et c'est là, aux yeux d'Assurbanipal, l'acte le plus criminel de sa révolte.

Les premiers savants qui se sont occupés des inscriptions cunéiformes, portèrent principalement leur attention sur les textes ninivites. De là le nom de *langue assyrienne* qui a prévalu pour l'idiome généralement employé dans

ces inscriptions. L'expression fut mal choisie ; elle tend à donner une fausse idée des origines de la civilisation assyrio-babylonienne. C'est *langue babylonienne* qu'il fallait dire, comme nous le ferons parfois ici, pour prévenir les malentendus.

Quelques-unes des œuvres de littérature babylonienne dont Assurbanipal, au milieu du VIIe siècle, enrichit sa bibliothèque, ou plutôt sa pinacothèque — car il s'agit d'écritures sur tablettes d'argile — étaient dès lors d'une belle antiquité. Il s'y trouvait, par exemple, une série de tablettes remplies par des légendes mythologiques assez bizarres. Or, une tablette portant un mythe qui appartient évidemment au même cycle, a été déterrée naguère en Égypte avec les lettres dites de Tell el-Amarna, qui datent du XIVe, sinon du XVe siècle. Bien plus, plusieurs des documents transcrits pour Assurbanipal étaient si antiques qu'on les attribuait à Sargon Ier, père d'un Naramsin que Nabonide, roi de Babylone contemporain de Cyrus, fait vivre au XXXVIIIe siècle.

Malgré leur grand âge, les textes attribués à Sargon Ier n'avaient rien perdu de leur actualité sous Assurbanipal. Ils formaient un livre de présages qui réglait encore la vie des Assyriens et des Babyloniens. Du reste, aussi haut qu'il nous est donné d'en remonter le cours, la civilisation des deux peuples, considérée dans ses principaux éléments, se ressemble à elle-même. Au VIIe siècle, leurs conceptions étaient comme cristallisées depuis peut-être 2500 ans. On peut croire que leur langue, fixée par une écriture encore lisible alors dans des monuments d'une prodigieuse antiquité, avait contribué à ce résultat.

La stabilité des tendances dans l'ordre intellectuel, artistique, moral, religieux, est donc un caractère très marqué de la civilisation qui nous occupe. Mais si on ne se sent pas dépaysé en passant de la Babylonie primitive à celle du VIe siècle, la stabilité que nous constatons n'est pas

l'inertie. Les Babyloniens ont progressé dans les arts et dans les sciences, notamment l'astronomie, à laquelle il est désormais établi qu'ils ont initié les Grecs. Les Assyriens s'appliquèrent de même à l'étude du ciel. On peut admettre qu'ils se sont pour le moins assimilé les connaissances astronomiques des Babyloniens.

Les Assyriens se sont montrés infatigables à la guerre ; les Babyloniens ont lutté durant des milliers d'années contre leur sol, ou plutôt ils l'ont créé, et sans cesse élargi, par leurs gigantesques travaux hydrauliques. Les plus tristes ruines de l'ancienne Babylonie ne sont pas celles de ses palais et de ses temples ; ce sont les ruines de ses canaux, et les ruines de l'Euphrate, qui a brisé ses digues quarante fois séculaires, et a jeté son flot désormais inutile dans d'immenses lagunes.

Cependant on est étonné de l'attachement des deux peuples à certaines pratiques qu'ils savaient susceptibles d'amélioration. Pourquoi tant écrire et graver toujours ses caractères sur pierre ou sur une argile qu'il fallait durcir au feu ou au soleil, au lieu de les peindre sur des matières flexibles, comme le papyrus, selon l'usage fréquent des Égyptiens ? Pourquoi les rois de Ninive et de Babylone s'obstinaient-ils à correspondre sur brique avec les pharaons ? Pourquoi continuaient-ils, ainsi que leurs sujets, à employer une écriture d'une complication désespérante, quand à côté d'eux, des Sémites de Syrie et de Palestine exprimaient, dans une écriture presque aussi simple que la nôtre, des langues étroitement apparentées à celle de Ninive et de Babylone ?

Toutefois, à cette dernière question il y a peut-être réponse. Il est vraisemblable que les scribes se sentaient intéressés au maintien de la tradition : leur métier se gâtait, s'il devenait facile. Ensuite l'écriture héréditaire était censée d'origine divine. Enfin les Babyloniens avaient le culte de leurs monuments graphiques, et l'introduction

d'une nouvelle écriture les eût bientôt rendus indéchiffrables. N'est-ce pas le respect de la tradition qui maintient l'orthographe française avec ses surcharges, et l'orthographe anglaise avec ses bizarreries, cette plaie nationale, comme on dit parfois chez nos voisins d'outre-mer ?

A ce point de vue encore, il y avait inconvénient pour les Babyloniens à remplacer les caractères gravés par des caractères peints. L'innovation pouvait, au bout d'une génération ou deux, rendre inaccessibles une foule d'anciens textes. En effet, le caractère cursif de la plupart des tablettes se déchiffre malaisément, à moins d'une longue pratique. Celle-ci, les scribes l'acquéraient par des années de préparation et ensuite par leur travail professionnel. Mais peindre les caractères, les lire peints en couleur, n'eût donné de grande facilité que pour la lecture de caractères tracés au calame ou au pinceau, ou des caractères gravés largement et avec un soin spécial. Ceci est d'expérience actuelle. Aujourd'hui, après avoir lu quantité de textes cunéiformes dans les éditions seulement, on se trouve presque toujours déconcerté quand on voit les originaux. On s'applique alors au déchiffrement et à la transcription des tablettes, car le premier ne va guère sans le second ; mais on s'aperçoit vite que le métier exige un travail indéfiniment prolongé dans des musées comme il n'y en a point partout. Et si cela coûte trop à la bourse, à la santé, à la paresse, on se rabat sur les éditions. Peu d'assyriologues sont exercés à la lecture du petit caractère des tablettes. Ce n'est pas nous qui jetterons la pierre à personne.

Vous supposez à tort, nous dira-t-on, que les Assyrio-Babyloniens n'ont jamais fait usage du calame ou du pinceau pour leurs écritures. Les siècles ont pu dévorer papyrus et choses semblables, en respectant la pierre et la terre cuite. — L'observation serait juste, à supposer qu'on eût seulement quelques centaines d'inscriptions cunéiformes. Mais si on en compte au bas mot 150 000 dans les

grands musées d'Europe et d'Amérique, avec un nombre considérable d'autres antiquités de même âge et de même provenance, il est étonnant que les fouilles n'aient pas dégagé un seul fragment d'écriture peinte sur matière raide ou flexible. De plus, nous voyons les Assyrio-Babyloniens recourir à la gravure pour leurs lettres d'affaires, leurs contrats, leurs quittances, leur comptabilité, alors même qu'il s'agit du plus mince intérêt. Et quels amas formaient dans les archives royales, dans les temples, vastes établissements avec bureaux de comptes, dans les banques, dans les grandes maisons de commerce, ces innombrables tablettes d'argile, dans lesquelles il fallait pourtant se retrouver ? C'est pour ces actes surtout qu'il fallait employer un procédé d'écriture et des matières plus commodes, si elles étaient d'usage. D'ailleurs, notre curiosité gagne à ce que les Assyrio-Babyloniens ont tant écrit sur matière solide. Sans cela, nous saurions beaucoup moins de leur histoire.

III

LES BABYLONIENS INVENTEURS DE L'ÉCRITURE CUNÉIFORME. — MÉCANISME DE CETTE ÉCRITURE. — SA PROPAGATION

L'écriture cunéiforme est elle-même un des plus curieux produits et un des plus importants facteurs de la civilisation babylonienne. Et pourtant, si les signes cunéiformes se présentent souvent gravés en perfection, et avec une élégance qui se découvre aux yeux perçants, ou à la loupe, jusque dans le plus petit caractère des tablettes, le mécanisme de leurs combinaisons est grossier, embrouillé, au point de vue de l'expression du langage humain. Avec dix mille fois moins d'artifice, notre alphabet rend infiniment mieux le langage que l'écriture babylonienne aux centaines de caractères. Seulement, nous n'avons pas créé l'alpha-

bet. Nous ne l'aurions peut-être pas encore, s'il ne nous était arrivé de proche en proche de la côte syrienne, après avoir reçu son dernier perfectionnement en Grèce. Le mérite des Babyloniens, au contraire, est l'invention de leur écriture, si imparfaite soit-elle, et le merveilleux parti qu'ils en ont tiré.

Les Babyloniens, de même que les Égyptiens, commencèrent par figurer les objets au moyen d'images ou hiéroglyphes, qui les représentaient avec leurs formes propres ou les symbolisaient. Dans cette phase, leurs écritures, s'il est déjà permis de les nommer ainsi, furent comme nos historiettes en série de tableaux, moins le texte qui explique d'ordinaire celles-ci. Une pareille écriture s'adresse à l'esprit par l'œil, elle ne dit rien à l'oreille, on ne la lit pas verbalement. C'est un enchaînement d'images plus significatif que d'habitude.

Cette origine de l'écriture babylonienne paraît certaine. Elle est prouvée par la forme d'une partie des signes dans les plus anciens documents, et par le rôle spécial de certains signes dans les inscriptions de toutes les époques. Dans les écritures antiques, on reconnaît un certain nombre d'images primordiales. Dans les inscriptions de toutes les époques, beaucoup d'éléments sont aphones; ils expriment des idées, mais aucun son. Tels sont, par exemple, les signes particuliers, toujours les mêmes, qui accompagnent les noms propres de divinités, d'hommes, de femmes, de tribus, de villes, de pays ; les noms d'oiseaux, de poissons, d'insectes, de vases, d'instruments. Ces déterminatifs de catégories, qui ont un sens et contribuent à la clarté de l'expression graphique, ne se prononcent pas. Ce sont des vestiges du mode d'écriture le plus rudimentaire.

Vouloir exprimer ainsi toute la pensée humaine était une entreprise ardue. Il s'agissait de créer de toutes pièces un volapuk muet, tandis que le volapuk oral, qui cepen-

dant n'aboutira pas, imite les dialectes naturels et y puise ses éléments.

Par bonheur, le langage, bien que l'écriture ne se proposât pas encore de le rendre, exerçait nécessairement sur elle une influence latente et profonde. Comme le scribe se disait à lui-même, dans sa langue, les pensées qu'il essayait de figurer, il cherchait instinctivement à disposer ses tableaux dans l'ordre du discours parlé qui eût formulé la même série d'idées. Sans trop s'en rendre compte, le scribe, au point de vue de l'expression, s'applaudissait de son ouvrage autant qu'il y trouvait de conformité avec son verbe intérieur, ou avec le monologue qu'il avait murmuré en combinant ses hiéroglyphes.

Suivant cette hypothèse très naturelle, la langue se fait déjà sentir au fond de l'écriture babylonienne. Elle va s'y ancrer par suite d'une altération des signes, dans laquelle elle n'est cependant pour rien.

Il fallait du temps pour graver sur pierre, ou même sur pâte d'argile, une longue série d'images. Ce fut sans doute pour économiser les heures, qu'on se contenta d'ébauches de plus en plus vagues : on alla si loin dans cette voie, que les figures primitives devinrent presque toutes méconnaissables. Elles se réduisirent à de simples combinaisons, d'abord de lignes, la plupart droites, et ensuite de traits en forme de clous, de coins ou clous abrégés, et de crochets, sans plus aucune signification visible à l'œil. Alors, pour retenir le sens des caractères, on s'habitua plus que jamais à les associer dans sa mémoire aux expressions correspondantes du discours parlé. De là à la lecture vocale des inscriptions, il n'y avait plus qu'un pas ; on le fit de toute nécessité. On lut oralement beaucoup de formules graphiques, comme nous énonçons les chiffres et les autres notations, simples ou composées, dans l'identité : $5 + 8 - 2 = 15 - 2 \times 2$.

On avait réalisé un immense progrès. On commençait

à dire à l'esprit par l'œil, non plus seulement les idées, mais les idées revêtues de leur expression verbale.

Arrivée à ce point de perfectionnement, l'écriture babylonienne ne marque encore ni les syllabes, ni, à plus forte raison, les consonnes et les voyelles. Par conséquent, les mots exprimés par les caractères ou par les groupes de caractères, peuvent s'y lire dans n'importe quelle langue, comme nous lisons tel chiffre *cinq* en français, *vijf* en flamand, et tel groupe de chiffres, *cinquante* et *vijftig*. Ce qui fait qu'une semblable écriture exprime une langue plutôt qu'une autre, c'est uniquement la construction de la phrase. Encore serait-ce chose possible de comprendre l'écriture sans connaître la langue, comme nous le démontrons plus bas pour certaines inscriptions babyloniennes.

Les Babyloniens parvinrent ensuite à écrire les mots syllabe par syllabe. Ils écrivirent ainsi *Ba-bi-lu*, Babylone, au moyen de trois lettres; *karpat*, cruche, au moyen de deux caractères, *kar-pat*, ou de trois, *ka-ar-pat*, *kar-pa-at*, ou de quatre *ka-ar-pa-at*, sans qu'il y eût, par exemple, dans le signe *ba*, un élément qui représentât la consonne, et un autre, la voyelle. Ils n'exprimèrent jamais la consonne isolément; ils exprimèrent la voyelle isolément quand elle formait à elle seule une syllabe, comme la voyelle *a* dans le mot *a-la-ku*, aller.

Ils exprimèrent encore la voyelle séparément pour en marquer la quantité longue, ou pour fixer le choix entre plusieurs lectures possibles. Ainsi une lettre, que je représente par X, exprime la syllabe *pa* ; si on veut marquer que l'*a* est long, on écrit X-*a*, à lire *pā*. La même lettre peut aussi exprimer la syllabe *khat* ; cette lecture est exclue d'ordinaire, si on écrit X-*a*.

Les Babyloniens sentaient donc que la syllabe *pa* contenait deux éléments, la consonne et la voyelle. Encore un peu, ils inventaient l'alphabet.

Ils avaient fait un premier progrès en créant l'écriture idéographique, celle qui exprime chaque mot, tout d'une

pièce, par un caractère ou par un groupe de caractères ; ils en avaient fait un second, en inventant l'écriture syllabique, ou celle qui exprime les mots syllabe par syllabe. Ils mêlèrent capricieusement les deux manières dans les textes. Parfois, les deux modes concouraient à l'expression du même vocable. Ainsi, certain monogramme exprime l'idée de *alaku*, *aller*. Si l'on voulait écrire sans équivoque la forme *illik*, *il alla*, on ajoutait au monogramme le caractère de la syllabe *ik*; pour écrire de même *illak*, *il ira*, on y ajoutait la syllabe *ak*.

Comment était-on passé du premier mode au second ?

Parmi les divers moyens employés, j'en indique deux, et pour les rendre plus palpables, je les applique au français.

Je suppose le français doté seulement de l'écriture idéographique. Parmi ses nombreux idéogrammes, il y en a trois qui figurent, respectivement, le mot *fort* (c'est-à-dire, si l'on veut, forteresse), le mot *tu*, pronom personnel, et le mot *nez*. Un scribe a l'idée d'un rébus, et, mettant les trois idéogrammes sur une ligne, il écrit le mot *fortu-né*. L'exercice lui plaît. Il écrit de même le mot *débat*, avec les idéogrammes du *dé* à coudre, ou du *dé* à jouer, et du *bât* de l'âne ; il écrit le mot *embarras*, avec les idéogrammes qui signifient *an*, *bas* et *rat*. D'autres scribes prennent goût à ce jeu, et voilà une foule d'idéogrammes propres à exprimer non plus seulement les monosyllabes *fort*, *tu*, *nez*, etc., mais aussi les sons *for*, *tu*, *né*, *nés*, etc., dans tous les vocables où ils se rencontrent. L'écriture syllabique est inventée.

Autre procédé. Le français a un idéogramme qui représente le mot *ranger*. On affecte la lettre à l'expression de la seule syllabe *ran*, la première du mot ; on la fait suivre de l'idéogramme du mot *gaine*. On a écrit le mot *rengaine*.

Si le français s'écrivait de la sorte depuis le XIe siècle,

on reconnaîtrait encore souvent la correspondance des valeurs idéographiques et syllabiques de beaucoup de caractères, dans la langue actuelle; mais pas toujours, tant s'en faut. Ainsi tel caractère qu'on lirait *logis*, se rencontrerait peut-être aussi comme expression de la syllabe *es* dans l'écriture syllabique des mots *es-ta-ca-de*, *es-tur-geon* et autres. Le français d'aujourd'hui ne révélerait aucun lien entre l'idée de *logis* et la syllabe *es*, mais bien le français du XIe siècle, qui employait le mot *esté* dans le sens de *logis*. Et si nous n'avions, dans l'hypothèse, aucun texte français du moyen âge où se rencontrât le mot *esté*, le rapport entre les deux valeurs, *logis* et la syllabe *es*, du caractère supposé, nous échapperait toujours.

De même les textes babyloniens de langue sémitique, dont la grande somme est relativement moderne, laissent voir l'origine d'une partie seulement des valeurs syllabiques des caractères cunéiformes. Mais de là on conclurait sans raison suffisante que les Babyloniens de langue sémitique n'ont pas créé leur écriture, mais l'ont empruntée à un autre peuple.

Cependant la plupart des assyriologues contestent aux Babyloniens d'idiome sémitique le mérite de cette invention ; ils l'attribuent à des Babyloniens primitifs, d'une autre race et d'un autre langage. Ils appuient leur thèse sur les textes dits sumériens ou accadiens.

Ces monuments forment un total considérable qui ne constitue cependant qu'une faible portion de la littérature cunéiforme. Les textes sumériens, même ceux qu'on a trouvés à Ninive, viennent de Babylone.

Il y en a de toutes les époques jusqu'aux derniers siècles avant notre ère, et notamment beaucoup d'inscriptions, la plupart peu étendues, émanant des rois primitifs. Les caractères des textes accadiens sont les mêmes que ceux des autres textes babyloniens.

La grande majorité des assyriologues découvre dans les textes sumériens ou accadiens un idiome foncièrement différent de la langue sémitique des autres inscriptions. Une faible minorité, laquelle selon nous fait opposition utile, y voit au contraire la même langue sémitique sous un agencement spécial des caractères cunéiformes. La question sumérienne, ou, comme on dit aussi, la question accadienne, est si obscure qu'un assyriologue de grand mérite a commencé par appartenir à la majorité, et a combattu ensuite dans le rang de la minorité, pour revenir enfin à la majorité. Le plus curieux est que les deux partis se trouvent assez d'accord sur le sens des inscriptions sumériennes.

Voici l'explication du phénomène.

Il existe, en assez grand nombre, des documents babyloniens accompagnés d'un doublet sumérien. Ce sont d'abord des vocabulaires où les expressions de l'écriture babylonienne commune se voient en regard des expressions correspondantes du mode sumérien; ce sont ensuite des compositions suivies où la correspondance d'expression à expression est moins clairement indiquée, mais se découvre cependant sans trop de difficulté, grâce en partie aux vocabulaires. D'ailleurs, les idéogrammes simples ont généralement le même sens dans les deux écritures. Et cela étant, avec le secours des vocabulaires et des autres textes à double écriture, généralement nommés bilingues, on interprète en tout ou en partie les inscriptions purement sumériennes. On y parvient d'autant plus aisément qu'elles présentent peu de formules dont les inscriptions babyloniennes d'idiome sémitique ne reproduisent cent fois l'équivalent, dans les mêmes contextes. Ainsi, interpréter une expression de l'écriture sumérienne, se réduit à établir qu'elle a tel ou tel équivalent, de sens connu, dans les textes babyloniens sémitiques. En dehors de là, on interprète peu ou point le sumérien. En réalité, tous,

même les partisans du sumérien langue, le lisent, excepté fort peu de passages, sans essayer de le prononcer.

Le mode graphique sumérien a préexisté au mode babylonien sémitique. Mais ceux qui défendent la réalité historique du peuple sumérien, sont aussi d'avis qu'il s'est fondu, dès la plus haute antiquité, avec les Sémites de Babylonie. De la sorte, il reste toujours vrai que l'invention de l'écriture cunéiforme est due à une portion des Babyloniens.

Les monuments babyloniens nous font assister aux métamorphoses successives des caractères de l'écriture, depuis la phase où se découvrent encore assez bien d'images primordiales jusqu'aux formes les plus réduites, que, dans un sens relativement vrai, on appelle *cursives*. L'écriture a abouti à des formes cursives passablement différentes chez les Assyriens, ce qui prouve une existence à part, malgré le commerce habituel que la langue, le voisinage et l'identité de civilisation établissaient entre eux et les Babyloniens. Chez ces derniers, comme le prouvent certains contrats, l'écriture avait déjà parcouru ses multiples évolutions au XXIVe siècle, preuve suffisante d'une haute antiquité.

Les Arméniens, les Susiens, un troisième peuple, probablement les Anzaniens, voisins des Perses, et un quatrième en Mésopotamie occidentale, employèrent le même système d'écriture pour exprimer leurs idiomes particuliers.

Les Mèdes et les Perses empruntèrent l'écriture cunéiforme, en simplifièrent les caractères et réduisirent leur nombre à une trentaine, dont ils composèrent un alphabet. L'écriture babylonienne ne fut donc pas sans influence sur le développement intellectuel des peuples voisins.

En suivant le même chemin que les Babyloniens, les Égyptiens perfectionnèrent leur écriture jusqu'à l'alphabétisme, c'est-à-dire, jusqu'à exprimer la consonne déga-

gée de la voyelle. Les Égyptiens employèrent pêle-mêle les caractères syllabiques et les caractères alphabétiques.

Les Phéniciens et les autres Syriens empruntèrent aux Égyptiens, ou peut-être aux Assyrio-Babyloniens, les vingt-deux lettres de leur écriture. Les Phéniciens écrivirent leurs consonnes, et sous-entendirent leurs voyelles. Dans leur système, la lettre *b*, par exemple, se lira *ba*, *bi*, *bo*, ou simplement *b* sans voyelle, suivant les cas ; leur *a* n'est pas une voyelle, mais un esprit doux, à prononcer *'a*, *'é*, *'i*, etc., selon le mot auquel il appartient.

Par conséquent, à proprement parler, ils n'ont pas encore d'alphabet, mais des caractères syllabiques à voyelles indéterminées. Quoique imparfait, le système est généralement suffisant pour l'expression des langues dites sémitiques.

Les Phéniciens passèrent leur écriture aux Grecs. Ces derniers y trouvèrent des lettres qui n'étaient pas nécessaires pour l'expression de leurs consonnes. Ils les affectèrent à l'expression des voyelles. Les Grecs enseignèrent l'écriture ainsi perfectionnée, le véritable alphabet, aux Italiens, et les Romains nous le transmirent.

La route parcourue par l'écriture pour arriver à sa perfection actuelle, peut se comparer à celle qui, du véhicule primitif à roues pleines, a mené à la locomotive.

Comment se fait-il que le vulgaire admire moins l'alphabet que la locomotive, le télégraphe et le téléphone ? Cela tient à l'entière simplicité, en d'autres termes, à la suprême perfection de notre écriture. Parce qu'un enfant comprend à fond le mécanisme de l'alphabet, la plupart des gens s'imaginent qu'ils l'auraient bien inventé. Quant à la locomotive, au télégraphe, au téléphone, ils restent pleins de mystères pour la multitude, et voilà pourquoi ils la frappent davantage. Mais pour qui réfléchit, rien n'a été créé de plus merveilleux que le procédé qui consiste à figurer pour l'œil, au moyen de vingt à trente

signes, rarement davantage, toutes les pensées de l'homme avec l'infinie variété des sons qui les expriment pour l'oreille. Les Babyloniens ont frisé cette invention, capitale pour le progrès intellectuel de l'humanité.

Au xve siècle, on voit non seulement les rois de Babylone et de Ninive, mais encore des rois de Mésopotamie occidentale, de Syrie et de Chypre, et une foule de chefs chananéens soumis à l'Égypte, se servir de la langue et de l'écriture babyloniennes pour leur correspondance avec les pharaons, dans les lettres dites de Tell el-Amarna. Les monarques asiatiques qui écrivent au pharaon, lui envoient des présents pour en recevoir à leur tour avec profit ; ils font des échanges formels avec lui ; ils lui donnent leurs filles comme épouses ou comme femmes de harem. C'est à peu près tout l'objet de leur correspondance. On en a déduit que le babylonien, ou assyrien, s'était imposé à cette époque, comme langue de la diplomatie et du haut commerce, chez les peuples de l'Asie occidentale. La conclusion nous répugne ; nous nous sommes expliqué là-dessus plus d'une fois, dans la Revue des Questions historiques, et dans la Revue des Questions scientifiques. Rappelons seulement deux objections que nous avons faites. D'abord le babylonien, avec une écriture dix fois plus difficile à apprendre et à manier que la langue elle-même, n'avait rien qui le recommandât pour un usage universel. Et sans tenir compte d'un si grand inconvénient, est-il vraisemblable que quatre-vingts chefs chananéens, presque tous de nulle importance, aient eu chacun leur secrétaire pour entretenir correspondance babylonienne avec le roi d'Égypte, leur maître, qui parlait une autre langue ? Nous avons mieux aimé croire qu'il se trouvait au xve siècle dans les contrées syriennes, des tribus venues d'Assyrie, de Babylonie, ou des bords du golfe Persique. Les lettres de Tell el-Amarna, les inscriptions de Ninive et les écrivains classiques

confirment notre opinion par des indices que nous avons signalés.

IV

LITTÉRATURE HISTORIQUE ET CHRONOLOGIE DES ASSYRIO-BABYLONIENS

Les rois de Babylonie, comme les rois d'Égypte, ont grandement contribué, dès le principe, au succès de l'écriture. Des monarques d'une antiquité déjà très haute au VIe siècle, Sargon Ier et Naramsin, ont compté sur elle pour arriver à la postérité, et ont réussi. Leurs successeurs, probablement tous, ont imité leur exemple ; beaucoup d'entre eux nous sont connus par leurs monuments écrits. Les inscriptions royales, très brèves dans les premiers temps, vont se développant au cours des siècles. Aux derniers âges, elles sont longues à Babylone, très longues à Ninive. La grande inscription d'Assurnazirpal, au IXe siècle, équivaut presque à deux livres de l'Énéide. Alors les rois multiplient les prismes d'argile, les tablettes d'argile et de pierre, les stèles gravées ; les murs de leurs palais sont tapissés d'inscriptions. Ils gravent leur nom et leur histoire au flanc des montagnes en pays étranger.

Nous ne parlerons pas au long de leurs documents. On sait assez que les rois y louent leurs dieux et eux-mêmes ; qu'ils y notent, racontent ou décrivent leurs constructions, palais, temples, villes, leurs travaux de canalisation, leurs guerres, parfois leurs chasses. Ils y énumèrent les tributs des peuples soumis, les dépouilles enlevées aux ennemis, les châtiments infligés aux vaincus. Il leur arrive de parler d'un parc, ou d'un jardin zoologique, créé pour l'amusement de leurs sujets. Ils demandent au ciel de voir s'entasser dans leurs trésors et magasins les tributs de toute la terre. Ils maudissent ceux qui détrui-

ront leurs monuments, et les successeurs qui négligeront de réparer les ruines de leurs palais.

Mais, telle qu'ils la racontent, leur histoire a peu de saveur. A en juger par leurs inscriptions, tous les rois se ressemblent ; aucun caractère particulier ne s'y dessine. On y roule toujours dans les mêmes formules, prosaïques et ternes. Il n'y a guère qu'Assurbanipal, ou, si l'on veut, ses historiographes, dont le style s'élève un peu.

Les rois n'ont loué nommément que leurs dieux et leur propre personne. Ceux qui les ont servis n'obtiennent d'eux qu'une mention générale, ou sont désignés par le titre de leurs fonctions.

Ainsi Sargon, roi de Ninive à la fin du VIIIe siècle (721-704), remporte simultanément de grands succès, en personne, sur les Chaldéens au bord du golfe Persique, et par un de ses lieutenants, sur des riverains de la Méditerranée. Il raconte les exploits du préfet de Kuï en Cilicie, pour le plaisir de noter une coïncidence si glorieuse ; il n'inscrit pas son nom. Au reste, quand un officier assyrien a obtenu un avantage, il a soin de dire et de répéter dans son rapport, qu'il a vaincu par la fortune du roi. Assurbanipal, arrière-petit-fils de Sargon, allait jusqu'à attribuer à sa bonne étoile les pluies fécondes et les riches récoltes de son règne. Un flatteur, écrivant à un roi de la même dynastie, lui reconnaît des prérogatives pareilles. Le roi était regardé à Ninive comme le canal des faveurs célestes, et la gloire appartenait à lui seul. Nous connaissons peu de Ninivites nommés dans les inscriptions monumentales des rois. A Babylone, nous rencontrons au XIIe siècle l'éloge d'un guerrier par le roi, dans un acte de donation gravé sur une borne de champ.

Des princes royaux et d'autres personnages importants auraient pu se payer le luxe d'un prisme, d'une tablette, d'un obélisque, pour sauver leur nom de l'oubli. On a trouvé une seule inscription de ce genre, en Assyrie, sur

une stèle avec effigie ; encore le monument semble-t-il dater d'une époque de troubles. Cet effacement universel est d'autant plus étonnant, que l'écriture était d'ailleurs au service de tout le monde. Il semble donc qu'on observât en général, avec scrupule, la règle de modestie inculquée par les rois.

Échelonnées sur trente siècles, les inscriptions royales reflètent les diverses phases de l'ecriture babylonienne. Elles en montrent les types s'éloignant de plus en plus des images primitives, jusqu'à offrir, comme nous l'avons dit, un ensemble d'éléments qui ne peignent plus rien. Heureusement, une nouvelle forme ne chasse pas l'ancienne : on ne cesse pas de graver des inscriptions en caractères assez archaïques, et les inscriptions les plus anciennes, dans lesquelles l'hiéroglyphe primordial se laisse encore assez souvent deviner, restent toujours lisibles. Ainsi les savants babyloniens peuvent dresser des listes chronologiques d'après les monuments. Un de leurs tableaux, dont on a retrouvé une grande partie, offrait la suite de neuf dynasties ou groupes comprenant 105 rois, depuis Sumu-Abi, au XXIIIe siècle, jusqu'à Nabonide, détrôné par Cyrus en 538. Elle indiquait la durée de chaque groupe et de chaque règne. L'accord des fragments de cette liste avec les documents royaux, s'établit de mieux en mieux par les nouvelles découvertes. D'ailleurs, les inscriptions royales n'ont pas suffi pour la composition d'un tableau si précis au VIe siècle. Un roi ne peut jamais inscrire ses années de règne ; ses successeurs ne se soucient pas de combler cette lacune dans leurs inscriptions monumentales ; beaucoup d'inscriptions sont faites pour être déposées dans les fondations des édifices ; on les en tire pour un moment, on les lave, on les lit, on les frotte d'huile, et on les remet en leur lieu, en cas de reconstruction. Les chronologistes du VIe siècle ont donc puisé aussi à d'autres sources,

dont nous parlerons, ou bien ils n'ont fait qu'ajouter des noms à des listes composées à différentes époques.

A Ninive, la chronologie fut tenue à jour officiellement durant des siècles. Chaque année y était désignée par le nom d'un haut personnage. Il était pris tantôt dans une catégorie de fonctionnaires, tantôt dans une autre. A cela près, c'est le même usage qu'à Rome et à Athènes, où les années se marquaient, là, par les noms des consuls, ici, par le nom de l'archonte éponyme. Les assyriologues ont reconstitué la série presque complète des éponymes ninivites depuis 893 jusqu'à 667, avec sept listes plus ou moins fragmentaires trouvées dans les ruines de Ninive. Nous y voyons également la suite des rois, qui sont éponymes à leur tour. On eut des listes authentiques d'éponymes bien avant le VIIe siècle. En effet, beaucoup de contrats assyriens antérieurs au VIIe siècle sont datés de tel ou de tel éponyme, sans autre indication de l'année. Des colons assyriens datent ainsi des contrats en Cappadoce, avec des noms qu'on cherche vainement dans la liste qui part de 893. Pour que ces dates pussent servir dans les procès, il fallait recourir à une liste officielle des éponymes.

Les listes d'éponymes n'avaient pas pour but unique de faciliter le règlement des intérêts publics et privés ; car un exemplaire rattache à chaque éponyme l'indication des principaux événements de son année, guerre, faits religieux, épidémies, éclipses.

Les Assyriens possédaient sans doute la chronologie complète de leur royaume, fondé à une époque où leur langue s'écrivait déjà de temps immémorial. Les Babyloniens du VIe siècle avaient la leur, remontant à dix-sept cents ans. L'avaient-ils pour des siècles antérieurs ? Plusieurs assyriologues le croient et voici leurs preuves.

Un roi de Babylone, fort épris des antiquités de son pays, Nabonide, qui régna de 555 à 538, raconte la découverte qu'il fit d'une inscription de Naramsin, fils de Sargon Ier. D'après Nabonide, Naramsin régnait en Baby-

lonie 3200 ans avant lui, donc au XXXVIIIe siècle. Si le renseignement est exact, il repose sur une chronologie bien établie.

Peut-être y a-t-il de l'exagération dans ce chiffre et les conclusions qu'on en a tirées. Toutefois, avant qu'on fût ainsi renseigné par Nabonide, on attribuait une haute antiquité à Sargon Ier et à Naramsin, dont on possédait quelques petites inscriptions. Leur âge reculé était insinué par le rôle que joue Sargon Ier dans de vieux textes astrologiques transcrits pour la bibliothèque royale de Ninive vers le milieu du VIIe siècle. L'âge que leur assigne Nabonide ne surprit donc pas trop les assyriologues.

Ce n'est pas tout. Depuis l'année 1884, où le cylindre de Nabonide fut publié à Londres, on a continué l'étude des monuments antiques remis au jour en Babylonie au cours des années 1877-1896, par les explorateurs français et américains. On a ainsi fait connaissance avec un plus grand nombre de rois babyloniens antérieurs à ceux de la liste qui commence au XXIIIe siècle. Qu'on suppose, si l'on veut, qu'aucun de ces souverains n'a régné sur la Babylonie entière ; leurs constructions en montrent un certain nombre assez riches pour qu'ils aient dû posséder la majeure partie du pays. Il n'est guère permis d'en faire régner souvent plus de deux simultanément. Cela étant, plusieurs d'entre eux doivent remonter aux environs du XXXe siècle. Or un monarque de cette époque, du nom d'Ur-Gur, a exhaussé ou rebâti dans sa partie supérieure, à Nipur, un rempart dont les assises de dessous portent sur leurs briques le nom de Naramsin. Ur-Gur semble avoir régné vers l'an 2800.

Ainsi, sans discuter à fond la date de Nabonide, ce qui serait difficile, on croit pouvoir affirmer qu'elle se rapproche de la vérité. Au milieu du VIe siècle, les savants babyloniens auraient donc possédé une chronologie embrassant environ trois mille ans, exacte à partir du XXIIIe siècle, et peut-être plus ou moins flottante pour les

temps antérieurs. Nous n'atteignons pas ces hauteurs dans l'histoire de nos ancêtres gaulois ou germaniques.

A Ninive, probablement aussi à Babylone, il y avait des savants qu'on nommait *akli*, sages, et *sapiri*, scribes. Ceux-ci n'étaient pas les scribes vulgaires, les écrivains publics, *dupsarri*, qu'on rencontrait en tout lieu à cause des multiples usages pratiques de l'écriture. Nous croyons que l'histoire et la chronologie étaient du ressort des *akli* et *sapiri*. Une chose certaine, c'est que les savants ainsi nommés s'appliquaient à la géographie. Sargon de Ninive, qui régnait au VIIIe siècle, et qu'on nomme Sargon II pour le distinguer de l'antique Sargon babylonien, se fait vanité d'avoir vaincu des « Arabes lointains, habitants du désert, que ne connaît ni *aklu* ni *sapiru* ». Les *akli* et les *sapiri* jouissaient d'une haute considération à Ninive. Lors de l'inauguration du palais de Sargon dans la nouvelle ville de Dour-Sargon, ils figurent au second rang dans la suite du roi. La description de la cérémonie les nomme après les gouverneurs de province, avant les *sudsaki*, grands officiers militaires, et les anciens, c'est-à-dire les notables du pays d'Assur, mentionnés en dernier lieu.

La connaissance de l'histoire et de la géographie n'était pas la seule qui intéressât les Assyrio-Babyloniens.

V

L'ASTROLOGIE ET LES SCIENCES OCCULTES A BABYLONE ET A NINIVE

« Écoute, dit le prophète Isaïe en apostrophant Babylone, écoute ceci, la voluptueuse, assise en sécurité, qui dit dans son cœur : Je suis et moi seule. Je ne m'assiérai pas veuve, je ne connaîtrai pas l'isolement. — Et ces deux choses te viendront subitement, en un jour, le veu-

vage et l'isolement ; elles te viendront complètes, à cause de la multitude de tes sortilèges et du nombre prodigieux de tes maléfices.... Il te viendra un malheur dont l'aurore t'échappera, une catastrophe soudaine, imprévue. A l'œuvre donc avec tes maléfices et tes sortilèges, ton labeur depuis ta jeunesse. Tu t'es fatiguée à force de divination. A l'œuvre donc et qu'ils te sauvent, ceux qui marquent les régions du ciel, qui observent les étoiles, qui te disent à la nouvelle lune ce qui va t'arriver. »

Le prophète parle fort bien. De tout temps, l'astrologie, la science des présages et la magie, avec ses incantations, et ses exorcismes non moins superstitieux, avaient fait l'occupation capitale des Babyloniens, comme aussi des Ninivites. Les deux peuples étaient convaincus de l'antiquité de leurs vaines pratiques. D'après leur tradition, l'astrologie et la science des présages avaient reçu leur grande impulsion de Sargon Ier ; l'écriture en avait déjà noté les prétendus résultats sous son règne. Quoi qu'il en soit de ces légendes, on a retrouvé de très anciens monuments du travail des devins et astrologues babyloniens parmi les débris de la bibliothèque d'Assurbanipal.

Ce monarque a noté sur ses tablettes, comme lieu de provenance de ses textes, le pays de Sumir et d'Akkad, c'est-à-dire, la Babylonie.

On voit aussi par de nombreuses lettres faisant partie de la correspondance des derniers rois de Ninive, l'importance que ces monarques attachaient aux présages tirés du ciel et de la terre, aux incantations et aux stratagèmes par lesquels on paralysait les sortilèges. C'est comme s'il y avait à la chancellerie de Ninive un département spécial pour l'astrologie et la divination, et les pratiques qui s'y rattachent. Certains rapports sur l'état de santé de personnes auxquelles les rois s'intéressaient, montrent les médecins ninivites assurant l'effet de leurs recettes par des pratiques superstitieuses. Ils opèrent avec la collaboration des magiciens.

Après la ruine de leur indépendance, les Babyloniens se distinguèrent par les mêmes usages superstitieux, sous les rois persans, grecs et parthes, auxquels ils obéirent successivement. Les écrivains classiques confondent alors généralement les Babyloniens avec les Chaldéens. Le territoire des Chaldéens, au sens propre du mot, s'étendait, comme nous l'avons dit, en aval de la Babylonie jusqu'au golfe Persique ; ils s'étaient mêlés au VIIIe et au VIIe siècle avec les Babyloniens, de même race, même langue, même religion ; ils semblent avoir donné à la Babylonie ses derniers rois indigènes, la puissante dynastie de Nabuchodonosor, et s'être ainsi implantés plus fortement dans la capitale. Il s'est fait de la sorte que la désignation de Chaldéens a fini par comprendre les Babyloniens. Chez les auteurs grecs et latins, Chaldéen signifie souvent astrologue, devin ou sorcier, comme dans ce dicton : Ne croyez pas les Chaldéens, *Chaldaeis ne credito.*

Des faits que nous venons d'exposer découle la conclusion que voici : Bien que l'astrologie et les sciences occultes fleurissent naturellement partout sur le tronc du paganisme, elles ont été cultivées dans la Mésopotamie orientale beaucoup plus qu'ailleurs. Elles constituent un trait primordial et persistant, un trait négatif, mais singulièrement caractéristique, de la civilisation assyrio-babylonienne. Les païens eux-mêmes en ont été frappés.

VI

CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES DES BABYLONIENS. LEURS GRANDS PROGRÈS EN ASTRONOMIE

Sans cesse à l'affût de phénomènes et de présages, les Assyrio-Babyloniens doivent avoir acquis, à la longue, une certaine connaissance de ce qui fait l'objet des sciences

naturelle. On prétend même qu'ils ont été assez loin dans cette voie.

« Rien n'a échappé à leur perspicacité, dit un assyriologue (1); ils ont décrit dans leurs livres aussi consciencieusement le vol des oiseaux que les mouvements imperceptibles de l'insecte qui se glisse sous l'herbe des champs. S'il nous importe peu de savoir quelles étaient les calamités qui allaient affliger la contrée du fait du bêlement anormal d'une brebis, cela nous intéresse et revanche beaucoup de savoir que les Babyloniens connaissaient parfaitement la science météorologique et avaient étudié d'une manière approfondie tout ce qui concerne les inondations des fleuves. L'agriculteur prévoyant pouvait savoir longtemps d'avance si sa récolte serait bonne ou non... En réunissant et en classant leurs multiples observations, les savants babyloniens ont bien mérité de la science, et, sans vouloir exagérer les résultats auxquels ils sont arrivés, l'on peut dire qu'ils sont les dignes précurseurs de nos naturalistes modernes. »

Ce jugement est très honorable pour les Babyloniens. Mais il faut dire qu'il n'a pas jusqu'à présent subi l'épreuve de la critique, et qu'il repose principalement sur des travaux inédits de l'auteur qui l'a formulé.

Une chose plus certaine, c'est qu'à force de considérer les astres pour leur demander des signes qu'ils ne donnaient point, les Babyloniens, sans cesser d'être astrologues, devinrent de bonne heure astronomes.

De 1889 à 1894, le P. Strassmaier a publié, et feu le P. Epping a élucidé, avec la collaboration de son savant confrère, bon nombre de tablettes astronomiques babyloniennes, datant des rois grecs et parthes. Le P. Epping a déterminé l'étendue vraiment remarquable de la science

(1) [illegible]

astronomique des Chaldéo-Babyloniens au IIIe siècle avant notre ère.

Le P. Lucas a formulé en peu de mots les principaux faits établis par le P. Epping. Nous citons ce résumé :

« Pour la lune, les Chaldéens savent prédire avec une exactitude surprenante l'instant de sa première réapparition du soir après la conjonction, ainsi que le temps qu'elle restera visible au jour de sa disparition avant la conjonction. Ils déterminent de même les levers et les couchers de la pleine lune. Quant aux éclipses, leurs connaissances ne se bornent pas à la période chaldéenne, car ils savent fixer d'avance toutes les circonstances du phénomène : date, heure, grandeur et visibilité.

» Le mouvement apparent des planètes n'a plus de secret pour eux. Ils en calculent les levers et les couchers héliaques, oppositions, stations et particulièrement leur passage à une distance déterminée de certaines étoiles de comparaison ; et leurs prédictions se vérifient à quelques degrés près. Il n'est aucun peuple de l'antiquité dont on puisse affirmer la même chose.

» Les indications solaires des tablettes sont moins nombreuses ; mais la précision des éphémérides planétaires et des levers et couchers héliaques de Sirius montre bien que la course du soleil devait leur être connue dans ses principaux détails. »

Le P. Kugler a continué les travaux du P. Epping. Il est parvenu, en étudiant de nombreux fragments de textes cunéiformes, fournis par le P. Strassmaier, à reconstituer deux systèmes astronomiques chaldéo-babyloniens, qui datent respectivement du commencement et du milieu du IIe siècle avant Jésus-Christ, mais qui relèvent d'une science très ancienne. Ses conclusions concordent, à peu de chose près, avec celles du P. Epping.

En voici les points principaux :

Les périodes fixes du cours de la lune sont déterminées avec une précision merveilleuse ; indubitablement, ces

déterminations sont dues non aux Grecs, mais aux Chaldéens. Même exactitude dans la détermination des distances boréale et australe de la nouvelle et de la pleine lune à l'écliptique. Les époques de la nouvelle lune et la date des éclipses sont calculées avec moins de précision.

Les Chaldéens déterminent très bien les anomalies du mouvement du soleil, sa vitesse quotidienne maxima, moyenne, et minima ; la durée de l'année sidérale et de chacune des saisons astronomiques leur sont connues. On peut encore utiliser aujourd'hui leurs calculs relatifs à la durée du jour solaire et aux variations du coucher du soleil.

Les équinoxes et les solstices tombent, dans l'un des systèmes mentionnés, sur le 8e degré, dans l'autre, sur le 10e degré des constellations qui les contiennent.

Aux Chaldéens sont dues également plusieurs données dont les astronomes grecs s'attribuèrent en partie la découverte : tels les périodes lunaires d'Hipparque, l'inégalité des saisons astronomiques, le calcul de la durée du jour et de la nuit de Cléomède, et autres points (1).

(1) Comme ce sujet de l'astronomie chaldéenne est de nature à intéresser spécialement plusieurs lecteurs de cette REVUE, j'en donne ici la bibliographie :

Die Kosmologie der Babylonier, von P. Jensen, Strasbourg, Trübner, 1890.

Zur Entzifferung der astronomischen Tafeln der Chaldäer, 1881. Un article du P. Strassmaier et un article du P. Epping, dans les STIMMEN AUS MARIA LAACH, t. XXI, pp 277-292. Cf. Ehrmann, S. J., *L'astronomie chaldéenne et les inscriptions cunéiformes*, dans les PRÉCIS HISTORIQUES, t. XXXI, 1882, pp. 168-176. — *Astronomisches aus Babylon, oder das Wissen der Chaldäer über den gestirnten Himmel*. Unter Mitwirkung von P. J. N. Strassmaier, S. J., von J. Epping, S. J. Fribourg-en-Brisgau, 1889. — *Die babylonische Berechnung des Neumondes*, von J. Epping, S. J. Dans les STIMMEN AUS MARIA LAACH, sept. 1890, pp. 225-241. — *Sachliche Erklärung des Tablets N°. 400 der Cambyses-Inschriften*, von Jos. Epping. Dans la ZEITSCHRIFT FÜR ASSYRIOLOGIE, t. V, 1890, pp. 281-288. — *Neue babylonische Planeten-Tafeln*, von J. Epping und J. N. Strassmaier, IBID., pp. 341-366, et t VI, 1891, pp. 89-102, 217-244. — *Babylonische Mondbeachtungen aus den Jahren 38 und 79 der Seleuciden-Aera*, von Jos. Epping und J. N. Strassmaier, IBID., t. VII, 1892, pp. 220-234. — *Der Saros-*

VII

TABLETTES D'AFFAIRES. — VIE CIVILE DES ASSYRIO-BABYLONIENS

Comme nous le disions tantôt, aucun citoyen de Babylone ou de Ninive ne semble avoir essayé de transmettre son souvenir à la postérité. Néanmoins l'assyriologie connaît par leurs noms propres environ 10 000 Babyloniens et Ninivites. Mais à part fort peu d'exceptions, ces noms ont la même importance qu'auraient ceux de nos listes électorales, si elles revenaient au jour dans quatre mille ans. En effet, les quatre cinquièmes de ces noms, qui sont surtout babyloniens, se lisent, nous ne disons pas dans les papiers, mais dans les tablettes d'affaires, ou actes civils et judiciaires, lettres, etc. Et si tel ou tel, grand ou petit propriétaire, forgeron, chaudronnier, ouvrier, esclave, figure à un titre quelconque dans un contrat de vente ou un prêt d'argent, dans une transaction matrimoniale, dans un procès; s'il a loué ses bras pour la moisson; s'il est vendu pour quelques sicles d'argent, s'il réclame par lettre quelques moutons ou quelques cruchons de vin, rien de tout cela ne constitue le personnage historique.

Il y a quelque intérêt cependant à suivre durant un siècle, à travers les tablettes, une famille comme celle du banquier Éghibi, chez laquelle, le 24 du mois d'Ab (juillet), 507, sous Darius Ier, roi de Perse et Babylone, nous assistons à la division d'un immense héritage, qui comprend, avec d'autres maisons, plusieurs palais. Les Éghi-

Canon der Babylonier, von Jos. Epping und J. N. Strassmaier. IBID., t. VIII, 1893, pp. 149-178.

L'astronomie à Babylone, par J. D. Lucas, S. J. Bruxelles, 1892. Extrait de la REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES (1891-1892).

Die Babylonische Mondrechnung, von Fr. H. Kugler, S. J. Fribourg en B., Herder, 1900.

bides ont marqué leur trace depuis Nabuchodonosor jusqu'à Darius Ier ; nous avons chance de les retrouver sous les monarques postérieurs, si on publie en assez grand nombre les actes passés sous leurs règnes. Les tablettes d'affaires, l'exemple cité le prouve, sont principalement instructives par leur multitude. Le labeur des assyriologues en dégagera l'idée de plus en plus nette de la civilisation matérielle, de la propriété, de l'agriculture, du commerce, de la navigation fluviale, de la circulation des métaux précieux, du système métrique, de l'arpentage, de la condition des personnes, des lois qui régissent le mariage et la famille, des diverses fonctions sociales, des professions, des mœurs et de la vie quotidienne, au pays d'Assur et de Babel.

Le British Museum, si riche en tout genre d'antiquités babyloniennes, possède une cargaison de tablettes d'affaires ; les musées de Paris, de Berlin, de Constantinople, de l'université de Pensylvania à Philadelphie, n'en sont pas mal fournis. Elles continueront à enrichir les diverses collections, jusqu'à devenir encombrantes ; car le sol de la Mésopotamie orientale en fourmille. Celles qu'il nous a livrées viennent principalement d'un petit nombre de localités ; la moisson est donc encore à ses débuts.

Les tablettes de correspondance privée semblent relativement peu nombreuses dans cette série de documents au British Museum. Mais cela tient probablement au hasard des excavations, car le P. Scheil, dominicain, en a exhumé naguère, au profit du musée de Constantinople, quelques centaines des ruines de Sippara (entre le Tigre et l'Euphrate, près de Bagdad). D'ailleurs, à en juger par les lettres que nous connaissons, on croirait que le Babylonien faisait graver des messages sur argile aussi facilement que nous en traçons sur feuille volante. C'est au point qu'on se demande parfois si Babylone n'avait pas, je me garderai bien de dire un service postal régulier, mais des gens faisant métier de porter des lettres. A la vérité, le

va-et-vient que le commerce, le transport des produits agricoles tant par eau que par terre, et les grands travaux publics entretenaient en Babylonie, offrait mille occasions de faire parvenir une tablette à son adresse. — On a retrouvé une enveloppe de lettre. Elle est en argile, porte le nom du destinataire, le nom et le cachet de l'envoyeur.

Nous avons actuellement dans de bonnes éditions, à peu près 3500 tablettes d'affaires. Quatre cents environ ont été l'objet de traductions et de commentaires, ce qui rend plus facile et donne en partie l'intelligence du reste. La masse est babylonienne, du VIIe au Ve siècle.

Les contrats relativement modernes sont datés de l'année, du mois et du jour du roi régnant; les plus anciens indiquent le règne et, de plus, déterminent souvent l'année par un fait saillant dont elle fut marquée. Les uns et les autres sont précieux pour la chronologie. Les vieilles tablettes auront sans doute offert le même genre d'intérêt aux érudits babyloniens des siècles postérieurs, et contribué à suppléer pour eux à l'insuffisance des inscriptions royales.

Les contrats et autres actes sont rédigés en style précis, en formules consacrées, et avec une prévoyance méticuleuse. Pour la moindre convention, le Babylonien veut plusieurs témoins dont les noms soient inscrits; il n'avance la somme la plus insignifiante que sur garants ou sur gage, et, pour le dire en passant, à 8 et plus souvent à 12 pour 60, aux basses époques. L'usage de la quittance écrite, avec la mention des témoins du paiement, correspond naturellement à celui du contrat, à moins que la tablette portant l'obligation ne soit brisée, ou remise à l'intéressé après satisfaction donnée. Cette dernière pratique, qu'on pouvait deviner, est attestée par plusieurs actes, notamment par des sentences arbitrales et judiciaires.

Dans les contrats babyloniens, de haute comme de basse époque, l'observation des clauses est parfois assurée

par le serment; on jure par les dieux, on jure même par le roi. Nous n'avons pas souvenance de la dernière particularité dans les contrats assyriens, bien que, à Ninive aussi, le roi fût censé avoir quelque chose de divin.

On prévoyait des chicanes qui pouvaient se produire après longtemps. De là, pour protéger les écritures, l'emploi de tablettes avec une enveloppe, qui est d'argile comme le noyau, et répète extérieurement le même texte. L'usage paraît avoir été fréquent en Babylonie, aux époques anciennes. On assurait parfois la conservation des tablettes en les confiant à la garde des dieux dans les temples, vastes édifices avec bâtiments accessoires.

La propriété était donc sacrée. Si on enlevait à quelqu'un son champ pour utilité publique, il avait droit à une juste compensation. Sargon de Ninive s'en souvint quand il voulut bâtir sa nouvelle capitale, Dour-Sargon. Il se fit exhiber les titres de possession des terrains expropriés et en remboursa la valeur. A ceux qui l'aimèrent mieux, il donna d'autres champs en échange. Mais Sargon, dans la circonstance, se montre trop fier de n'avoir point, suivant son expression, « opprimé les faibles ». Le mérite d'un simple acte de justice lui paraît extraordinaire. Son langage insinue que la propriété, inviolable en principe, était moins respectée en fait par les souverains et les grands du pays d'Assur.

L'écriture fut d'usage en Babylonie pour les transactions, même d'ordre infime, à partir au moins du XXIVe siècle. Des contrats et d'autres actes d'une aussi haute antiquité en font foi. Les Babyloniens furent toujours très soigneux de leurs affaires.

VIII

COMPTABILITÉ DES TEMPLES. — SPLENDEUR DU CULTE. UN MOT SUR LA RELIGION ASSYRIO-BABYLONIENNE

Les établissements publics, comme les temples, avaient naturellement leurs écritures. La comptabilité du grand temple du Soleil à Sippara nous a livré des centaines de tablettes, particulièrement instructives. Tout arrive à ce temple et à ses trésors et magasins, qui sont au nombre de cinq. C'est l'or et l'argent, en lingots ou façonnés, provenant du revenu normal du temple ou de dons extraordinaires; ce sont des œuvres d'art, des meubles et ustensiles divers, des étoffes, des animaux pour les sacrifices ou pour la sustentation du personnel, d'autres objets de consommation, comme huile, dattes, froment, sésame, et céréales de différentes sortes, en grande quantité. On voit de même sortir des magasins une partie des provisions, qui se distribue comme salaire à des ouvriers ou à des fonctionnaires du temple. Ces tablettes sont datées de Nabuchodonosor et de ses successeurs, principalement de Nabonide, qui règne de 555 à 538. Mais les inscriptions royales des diverses époques, les actes de fondation et de donation, la correspondance des derniers monarques ninivites, témoignent en général et pour tous les temps, du vaste service des temples, de la magnificence et de la régularité du culte, et des bonnes rentes du clergé assyrio-babylonien.

Les choses du culte sont réglées par une tradition pour laquelle les rois professent un inaltérable respect. Le roi de Ninive la maintient en Assyrie, et non moins en Babylonie quand il y est le maître ; de même lorsque le roi de Babylone, après la ruine de l'empire médique par Cyrus, s'est emparé de quelques lambeaux de l'Assyrie, sa première pensée est d'y faire refleurir le culte des dieux. Néanmoins il est naturel que l'éclat du service religieux

varie suivant les circonstances. Aux époques de grande prospérité, quand Ninive et ensuite Babylone pillent l'Asie occidentale et en reçoivent les tributs, les rois déploient une grande ardeur à bâtir de nouveaux temples, à relever et à restaurer les anciens ; ils y prodiguent l'or et l'argent, les pierres précieuses, la pourpre et les autres étoffes de prix. Les sacrifices sont plantureux ; les dieux boivent, ou du moins on leur offre, le vin des meilleurs crus ; ils portent des vêtements somptueux et changent souvent de toilette ; leurs processions dans les villes ou d'une ville à une autre, par terre ou par eau, se déroulent avec grande solennité. Mais si des potentats comme Nabuchodonosor se vantent d'avoir réalisé des merveilles en ce genre ; s'ils regardent le maintien et le développement de tout ce qui touche au culte, comme leur devoir essentiel, qu'ils font profession de ne pas perdre de vue un seul instant, les monuments de beaucoup d'autres règnes prouvent qu'entre les temps, il n'y a jamais eu de différence si ce n'est pour les ressources dont on disposait, et que le zèle déployé fut toujours le même. Au XVIe ou au XVe siècle, Agukakrimi, un roi qui possède la Babylonie et quelques districts à l'est, emploie, avec d'autres matières précieuses, quatre talents ou environ 112 kilogrammes d'or, somme énorme pour le temps, à orner les statues du couple divin Marduk et Zarpanit. Ainsi, le culte n'a cessé d'absorber une très notable portion de la richesse dans les antiques monarchies mésopotamiennes.

Ni les dieux ni leurs ministres ne méritaient tant de faveur. La religion de ces peuples est un polythéisme exubérant, à base panthéiste, avec d'infâmes pratiques en l'honneur d'Istar, déesse du genre de Vénus, et néanmoins une des plus grandes figures du panthéon babylonien.

Les Babyloniens et les Assyriens, comme les Syriens, les Phéniciens et les Chananéens, comme aussi les Grecs, les Romains et les autres païens, divinisaient les forces de la nature. Suivant l'expression de l'Écriture, « leurs dieux

étaient récents », parce qu'ils les avaient tirés du soleil, de la lune, des étoiles et de la terre, qui ont eu un commencement. Les Hébreux obéissaient à la tendance générale. Pris en masse, ils ne se guérirent radicalement de la contagion qu'après dix siècles de lutte contre leurs guides spirituels. Quand on considère avec attention la fascination universelle du panthéisme, on ne peut voir dans la religion des Israélites un simple produit naturel. Comment en effet s'est-il rencontré dans ce peuple d'instinct profondément païen, une élite, sans cesse renouvelée, toujours fidèle à un Dieu unique, distinct du soleil, de la lune, des étoiles et de tout ce qui tient à l'univers ? Comment ont surgi ces sages qui ont mis à la base de la religion et de la morale un dogme pour lors si étrange, si exposé à la contradiction, et qui ont prêté une voix à tous les êtres, même insensibles et inorganisés, pour bénir le Dieu unique, c'est-à-dire, reconnaître en lui leur auteur? Ces litanies où tout ce qui existe est invité à *bénir le Seigneur*. l'Église n'a pas cessé de les réciter ; elles protestent encore aujourd'hui contre le panthéisme, qui nous est revenu, dans le matérialisme, sous une forme nouvelle, plus savante, non moins brutale.

IX

COMMERCE EXTÉRIEUR, CONNAISSANCES GÉOGRAPHIQUES, RICHESSE MÉTALLIQUE, LUXE DES ASSYRIO-BABYLONIENS. — CONCLUSION

Les tablettes dont nous venons de parler, ne disent rien des relations commerciales des Assyrio-Babyloniens avec l'étranger. Mais nous sommes quelque peu renseignés d'ailleurs sur cet objet. Le prophète Ézéchiel compare Babylone et la Babylonie à la Phénicie : il les appelle *un pays de Chanaan, une ville de négociants*. Il est ques-

tion dans Isaïe, des marchands que Babylone vit venir chez elle *dès sa jeunesse*. Le prophète Nahum compare aux étoiles du ciel, la multitude des trafiquants étrangers qui fréquentent Ninive. De leur côté, les Ninivites sont nommés par Ézéchiel parmi les habitués du marché de Tyr. Ézéchiel est du VIe siècle, Nahum du VIIe, Isaïe du VIIIe. Les lettres de Tell el-Amarna nous font remonter beaucoup plus haut dans l'histoire du commerce assyrio-babylonien. Elles nous ont conservé le souvenir du trafic de l'Assyrie et de la Babylonie avec l'Égypte au XVe siècle.

Les Babyloniens, j'ose l'affirmer comme très probable, connaissaient alors le chemin de la Méditerranée, déjà depuis plus de mille ans. On en trouve la preuve dans le fait que voici : aussi haut qu'on remonte dans les textes cunéiformes, le point cardinal ouest y est désigné sous le nom d'*Amurri*.

Pour acquérir valeur démonstrative, la preuve, nous l'avouons, a besoin d'un petit développement.

Le nom d'Amurri s'est retrouvé dans les lettres de Tell el-Amarna. Il y désigne un district de Phénicie, à l'embouchure du fleuve Éleuthérus, en face de Chypre, ou, plus précisément, en face et à une demi-lieue de l'îlot d'Aradus. Or, pour des voyageurs venant de Mésopotamie à la côte phénicienne, le plus court chemin et le seul qui ne soit pas naturellement très difficile, principalement pour des caravanes chargées de bagages, c'est la vallée de l'Éleuthérus. L'Amurri était donc pour les Babyloniens, au point de vue de la géographie pratique, la région la plus intéressante de l'ouest. On ne s'explique guère qu'il les eût frappés si vivement, tant de siècles avant notre ère, s'il n'avait pas dès lors été visité par eux. Et le motif de leurs voyages en Phénicie se devine malaisément, pour cette époque, si on en cherche un autre que l'intérêt commercial.

Dans tous les cas, au XVe siècle, les marchands babyloniens et assyriens fréquentent la Phénicie, et poussent

jusqu'en Égypte. Alors la marine phénicienne existe déjà et déploie une certaine activité ; les vaisseaux de Chypre et d'Aradus vont mouiller dans le Nil. Et si les Aradiens côtoyaient la Méditerranée vers le sud jusqu'en Égypte, il est à peine croyable qu'ils ne se risquassent pas aussi vers le nord. Ils longeaient sans doute les rivages de l'Asie Mineure, visitaient les îles de l'Archipel, et parvenaient de proche en proche jusqu'en Grèce, trouvant partout des peuples primitifs, aisés à exploiter. L'hypothèse est confirmée par la tradition homérique. Celle-ci parle de vases artistement travaillés fournis aux Grecs par les Phéniciens, comme les lettres de Tell el-Amarna montrent les orfèvres de la ville phénicienne de Byblos travaillant pour le roi d'Égypte. Ainsi les caravanes babyloniennes du xve siècle ont pu prendre même des produits grecs à Aradus, et entendre, à cette occasion, les gens du lieu parler des Européens comme de peuples étrangement arriérés. D'ailleurs, comme l'amour du lucre devait pousser les Assyrio-Babyloniens aussi en diverses directions, il est à croire que leur horizon géographique avait dès lors une certaine étendue.

Ici se pose une double question : Que recevait la Babylonie des pays étrangers ; qu'avait-elle à leur donner ? Nous y répondrons jusqu'à un certain point.

La Babylonie ne produit ni or, ni argent, ni fer, ni cuivre, ni autre métal ; elle dut toujours se procurer ces objets par le commerce uniquement, excepté aux rares époques où elle fut conquérante et imposa des tributs aux pays étrangers. Elle est pauvre en bois de construction de qualité supérieure. Elle a bien le dattier, dont le vulgaire faisait sans doute usage, mais que les rois dédaignaient d'employer pour la charpente et les boiseries des palais et des temples : ils demandaient aux montagnes syriennes, à l'Amanus et au Liban, ces cèdres, cyprès, et autres résineux dont ils vantent l'agréable odeur dans leurs inscrip-

tions. De même la Babylonie a peu de pierre pour les édifices, et ce qu'elle a est de médiocre qualité. Il est vrai qu'elle se servait presque exclusivement de briques, et que, pour en faire, elle disposait d'une argile incomparable. Elle dut néanmoins se fournir à l'étranger des pierres dont elle façonnait, il y a quarante siècles, des statues et des bas-reliefs pour l'éternité.

Au point de vue de l'alimentation, la Babylonie a des ressources inépuisables, si elle ménage sagement le liquide de ses fleuves. Au VIe et au Ve siècle, ainsi non moins sous la domination persane que sous les rois indigènes, alors qu'elle est plus que jamais sillonnée de canaux, de fossés et de rigoles, elle récolte énormément de blé, d'orge, de millet, de sésame, avec une quantité prodigieuse de dattes. Sous ce rapport nos tablettes d'affaires confirment les nombreux témoignages des auteurs grecs. Le sésame donne une graine d'un goût agréable, et une huile qui, sinon à notre jugement, du moins à celui de beaucoup d'orientaux, vaut celle de l'olive. Du dattier provient une liqueur qui tient lieu de vin pour le Babylonien. La Babylonie rivalise avec l'Égypte pour la culture de l'oignon, lequel donne lieu à de nombreuses transactions, d'après les tablettes. Une d'entre elles inscrit sous Cyrus, le 24 mai 536, un compte de 395 000 bottes d'oignons. Avec tout cela, la Babylonie peut nourrir une forte population, un nombreux bétail, notamment des moutons qui lui donnent leur laine, et avoir un excédent considérable pour le commerce. Ce qui le prouve, c'est que sous les Perses, la Babylonie paie le tiers des impôts en nature prélevés, pour l'entretien d'innombrables armées, sur un empire comprenant, avec l'Égypte, l'Asie occidentale jusqu'à l'Afghanistan actuel et la vallée de l'Indus inclusivement.

D'autre part, elle satisfait les appétits d'un satrape qui étale un luxe de Crésus ; elle supporte les frais de son administration provinciale et verse chaque année, en espèces sonnantes, mille talents d'argent, environ 6 000 000

de francs, dans la caisse royale. A cette époque, en comparaison des temps antérieurs, l'argent afflue en Babylonie; les auteurs grecs l'affirment, d'accord avec les tablettes du règne de Darius Ier. Celles-ci témoignent d'une large circulation de ce métal, qui a naturellement alors beaucoup plus de valeur qu'aujourd'hui.

La plus importante des exportations agricoles qui attiraient cette richesse métallique, devait être celle des dattes. En effet, si la Babylonie en produisait tant, cela tenait surtout à sa basse altitude, à la nature de son terrain, et au cours rapproché de deux grands fleuves qu'elle déversait sur ses terres. Mais il ne faut pas remonter l'Euphrate et le Tigre beaucoup plus haut que le col de Babylonie, pour arriver à la limite de la culture utile du palmier. L'Assyrie elle-même est située au nord de cette ligne. Ainsi, pour le commerce des dattes, les Babyloniens avaient des débouchés à leurs portes.

Si l'argent est relativement abondant en Babylonie sous les derniers rois indigènes et sous les premiers dominateurs persans, l'or ne paraît pas se rencontrer alors en proportion dans les cassettes privées. On le voit rarement mentionné par les tablettes d'affaires.

La rareté de l'or étonne peu dans les anciens contrats. L'Asie occidentale est médiocrement fournie d'or au XVe siècle. En ce temps-là, les rois de Syrie, et tout comme eux les rois de Babylone et de Ninive, en mendient chez le pharaon, dans le pays duquel, comme dit l'un d'eux, la poussière est de l'or. La soif d'un métal dont ils sont dépourvus, voilà ce qui rend précieuses à leurs yeux les bonnes relations avec l'Égypte. Leurs lettres sont curieuses à cet égard. La même pénurie se révèle dans des monuments assyriens postérieurs. Les rois de Ninive, qui ravagent l'Asie depuis le XIIIe siècle jusqu'au VIIe, en voulaient principalement, on le pense bien, à ce séduisant produit; on

peut croire aussi qu'ils l'inscrivaient de préférence aux autres objets dans leurs longues listes de dépouilles, et que, par conséquent, leurs annales donnent une idée assez juste de la diffusion de l'or dans les contrées qu'ils parcouraient. Or Teglathpalasar Ier, en promenant ses armées, au XIIIe siècle, dans la Mésopotamie septentrionale, dans les régions arméniennes, et, plus à l'ouest, depuis la Cilicie jusqu'aux rivages de la mer Noire, rencontre une fois l'or sur son passage. Encore ne dit-il pas combien il en prit, alors qu'il mentionne avec fierté un butin de 840 kilogrammes de bronze. Au IXe siècle, Assurnazirpal et Salmanasar II ne sont guère mieux récompensés sous ce rapport dans leurs expéditions au nord et à l'est de l'Assyrie. En revanche, ils se font donner de l'or partout dans la Mésopotamie occidentale et les contrées syriennes.

Et cependant l'or n'y abondait pas. En effet, les rois dont il s'agit se contentent de dire : « Je reçus le tribut de tel peuple, de tel roi, de l'or, de l'argent, du cuivre », sans préciser, excepté quand les sommes leur paraissent considérables comme butin des grands monarques qu'ils sont. Or, voici les seules sommes d'or dont Assurnazirpal et Salmanasar II donnent les chiffres : 10 mines, 1 talent, 2 talents, 3 talents, c'est-à-dire, approximativement, 4 1/2, 28, 56, 84 kilogrammes d'or (1).

A la vérité, Ramannirar III, qui règne au IXe et au VIIIe siècle, reçoit un don forcé de 560 kilogrammes d'or dans le palais du roi de Damas. Mais l'heureuse situation de Damas en a fait d'ordinaire une ville exceptionnellement florissante. Aujourd'hui encore, malgré l'incurie turque, Damas continue à bénéficier de ses avantages naturels.

Les prises d'argent sont de même rapportées par ces rois en termes généraux. Sept fois seulement, ils précisent les sommes : deux captures de 28 kilogrammes, une de 168,

(1) Nos conversions des poids assyriens en poids actuels sont naturellement toujours approximatives.

une de 280, une de 560, une de 1960, et enfin une prise de 64 000 kilogrammes par Ramannirar au palais de Damas. — Assurnazirpal et Salmanasar enlèvent parfois, mais rarement, de l'or et de l'argent façonnés.

Les tributs en or et en argent ne sont guère imposés par ces rois aux princes vaincus. Et le peu qu'ils exigent indique une faible circulation de ces métaux. C'est 4 et 6 kilogrammes d'argent, et moins d'un kilogramme d'or, qu'on demande à des gens qu'on ne traite cependant pas avec indulgence.

Le bronze, le cuivre, le fer et le plomb ne sont pas encore des matières vulgaires. Assurnazirpal et Salmanasar II marquent comme leurs vols les plus glorieux :

Cuivre : 2800 kilogrammes (deux fois), 8400 kilogr. ; — vases et ustensiles de cuivre : 100 et 1000.

Fer : 2800, 7000, 8400 kilogrammes.

Plomb : 2800 kilogrammes (deux fois).

Le bronze pillé par les deux rois n'obtient jamais qu'une mention générale.

Ici encore Ramannirar III obtient la palme avec les dons extorqués au roi de Damas, 84 000 kilogrammes de cuivre et 140 000 kilogrammes de fer.

Les rois de Ninive palpent une plus grande quantité de métal précieux aux VIIIe et VIIe siècles. Alors ils conduisent leurs armées, au nord, jusque dans la haute Arménie, et à l'est, dans les territoires médiques ; ils pillent jusqu'à le vider enfin complètement, l'antique royaume d'Élam ou Susiane, au nord du golfe Persique ; ils soumettent le royaume d'Israël à un tribut annuel de 1000 talents d'argent ; ils saccagent Tyr, Sidon et les autres villes phéniciennes, enrichies par le commerce du monde, ou leur accordent la paix moyennant une contribution nécessairement forte ; enfin, ils vont jusqu'à Thèbes, s'emparer des richesses de l'Égypte, qui a d'abondantes mines d'or à sa frontière méridionale. Sargon, qui est roi de Ninive et le devient aussi de Babylone en 709, consacre dans les

temples de son nouveau royaume, au cours de ses trois premières années, 154 talents, 26 mines, 3 sicles, soit environ 4300 kilogrammes d'or, et 1604 talents, 20 mines, soit environ 44 800 kilogrammes d'argent. Qu'on juge par là de ce qu'il donna aux temples de Ninive durant un règne de dix-sept ans. Un siècle plus tard, Nabuchodonosor emploie l'or à profusion dans les nombreux temples qu'il bâtit ou qu'il répare en Babylonie. Mais il faut admettre malgré tout, sur le témoignage négatif de nos tablettes d'affaires, qu'aux siècles les plus prospères de Babylone et de Ninive, l'or reste un pur métal de luxe, ou du moins qu'il a encore trop de valeur pour intervenir souvent, comme instrument d'échange, dans les transactions privées.

L'abondance relative de l'argent à Babylone sous Darius Ier, tient sans doute à la réunion de l'Asie occidentale sous un seul sceptre, et aux facilités qui en résultent pour le commerce de peuple à peuple. Mais la Babylonie n'est plus exploitée au profit des seuls Babyloniens. Outre qu'elle paie un lourd tribut au Grand Roi et qu'elle entretient l'opulence d'un satrape, elle doit faire place à un certain nombre de Persans, qui ont bientôt fait d'acquérir de gros domaines. Ceci encore nous est révélé par les contrats et autres actes.

Située au nord de la zone du palmier, l'Assyrie manque du produit qui fait la richesse de sa voisine du sud. Elle est d'ailleurs fertile, moins cependant que sa rivale. En revanche, les dépouilles des peuples contribuent à alimenter son marché, et à attirer chez elle la multitude de trafiquants étrangers dont nous parle Nahum. Durant six cents ans, trente peuples labourent, font paître et tondent les troupeaux, préparent la laine, tissent et teignent les étoffes, extraient les métaux ou se les procurent par le commerce, façonnent les métaux, les bois communs et les bois précieux, enfin exercent toutes les industries au profit de Ninive. Les Assyriens font razzia complète chez autrui,

en cas de résistance ; le butin se partage alors entre le roi et ses troupes. Ils accordent la paix moyennant une contribution annuelle, si accablante que l'armée assyrienne est constamment en marche pour étouffer les rébellions. Le butin de guerre apporte parfois une abondance extraordinaire à Ninive. Après une expédition heureuse d'Assurbanipal chez des tribus arabes voisines de Damas, l'Assyrie est inondée de captifs, d'ânes, de chameaux, de bœufs, de moutons. On y vend les chameaux au prix comme qui dirait de deux à cinq francs pièce, en argent, prix encore minime, si l'on suppose pour lors à l'argent quinze fois sa valeur actuelle. Assurbanipal donne gratis des esclaves et des chameaux pour l'arrosage et la culture des champs et des nombreux jardins de son royaume. — Il est clair que dans ces circonstances, on vient des pays voisins acheter le bétail, humain et autre, à Ninive.

Les Assyriens — ces lionceaux, comme dit Nahum, toujours fournis de nouvelles proies à dévorer — devaient être contents de leurs rois, quand ceux-ci n'avaient pas d'ailleurs trop mauvais caractère. Quel plaisir pour ce peuple de contempler dans les palais de Ninive, Assur, Calah et Dour-Sargon, les longues séries de bas-reliefs qui représentent les exploits de ses maîtres aux pays d'où lui venaient tant de richesses! Les rois étalent ces intéressants spectacles pour satisfaire leur vanité personnelle et, comme ils le déclarent expressément, pour frapper les regards de l'humanité. Des palais de ses rois auxquels il avait accès, le Ninivite passait dans leurs parcs, non moins attrayants pour lui. Il y trouvait réunis les arbres, les plantes, notamment les plantes aromatiques, et les animaux particuliers aux contrées soumises. Ceux-là voyaient les mêmes objets d'un autre œil, qui apportaient au roi et au peuple d'Assur le produit de leur travail, sans profit d'aucune sorte.

Les Israélites, et même leurs rois, vinrent à leur tour, au VIIIe et au VIIe siècle, déposer l'or et baiser la terre aux pieds du roi d'Assur. Plusieurs d'entre eux ont pu, au

cours du voyage, se rappeler les paroles qu'Isaïe met dans la bouche de ce potentat, comme l'expression de son orgueil et de sa tyrannie, et de la frayeur des peuples à bout de résistance : « J'ai agi par la force de ma main, et j'ai été éclairé par ma sagesse. J'ai supprimé les limites des peuples, j'ai pillé leurs trésors, j'ai renversé par ma puissance ceux qui étaient assis sur le trône. J'ai mis la main sur les richesses des peuples comme sur un nid. J'ai ramassé les biens de toute la terre, comme on ramasse des œufs abandonnés. Pas un n'a remué l'aile, pas un n'a piaulé. »

Essentiellement brigands, les rois de Ninive et leurs sujets aimaient néanmoins la vie élégante et les splendeurs de l'art. Ce goût, qui, comme nous l'expliquerons, doit avoir amené certains échanges avec l'étranger, nous est attesté par la Bible et par les monuments indigènes.

D'après Ézéchiel et Nahum, les Assyriens et les Babyloniens déployaient aux yeux des nations un merveilleux luxe de costumes et d'armures. Sur leurs chevaux richement caparaçonnés, ils paraissaient comme autant de princes. Les sculptures, les vases et autres objets d'art qui ornaient en masse leurs temples, leurs palais et leurs maisons, frappaient de même les étrangers qui allaient chez eux. Les Israélites regardaient les faux dieux comme les auteurs de cette magnificence, et tombaient dans l'idolâtrie.

La découverte des monuments assyriens a confirmé le langage des prophètes. Si ces œuvres ne soutiennent pas la comparaison avec celles de l'art grec, elles furent cependant très remarquables pour le temps et le milieu où elles se produisirent.

Quant au luxe des costumes, le goût des Assyriens est aussi attesté par un texte cunéiforme. Un notable de Ninive, qui, sans le dire explicitement, félicite un roi

d'avoir réparé les maux causés aux Assyriens par son prédécesseur, s'exprime en ces termes :

« Ceux qui avaient dit que la mort ferait leur joie, le roi mon maître les a ranimés ; ceux qui avaient été nombre d'années captifs, tu les a délivrés ; ceux qui avaient été malades durant de longs jours, se sont guéris (par la vertu spéciale des médecins du roi) ; les affamés sont rassasiés ; les affligés sont consolés ; les dépenaillés sont couverts de *kuzippi*. »

Les *kuzippi* sont de riches vêtements.

Le plus ou moins de sincérité du compliment importe peu. Il est clair que les Assyriens attendent d'un bon roi les moyens de s'habiller magnifiquement. On devait fabriquer beaucoup de belles étoffes en Assyrie. Il en était de même en Babylonie, car pour la richesse des costumes, Ézéchiel met les deux peuples sur la même ligne. Il parle des brillantes tiares des Babyloniens, qui produisaient sur les Israélites un effet de séduction non moins grand que celui des bas-reliefs aux murs du palais de Nabuchodonosor.

On n'a aucune raison de nier la séduction, ou, pour employer le mot de Nahum, la magie de la civilisation assyrienne. Les anciens sculpteurs arméniens et cappadociens ont été à l'école des Ninivites. Leurs œuvres, dont il existe des restes, trahissent cette imitation et prouvent que les Israélites n'ont pas été seuls à subir le charme de la grande courtisane de l'Asie, comme Nahum appelle Ninive. Quant à Babylone, quatre-vingts ans après la conquête persane, Hérodote, qui a été en Égypte, lui trouve encore un éclat supérieur à tout ce qu'il a vu.

D'un autre côté, il serait fort étonnant que l'étranger ébloui par le luxe de Ninive et de Babylone n'eût rien demandé pour lui-même aux arts et aux industries qui entretenaient tant de splendeur. Dès le xve siècle, nous le savons par les lettres de Tell el-Amarna, l'orfèvrerie babylonienne travaillait pour les rois d'Égypte. Or, la sculp-

ture, l'orfèvrerie, la joaillerie et les autres arts de luxe doivent s'être grandement perfectionnés et développés aux beaux jours de Ninive et de Babylone. Il n'est pas croyable que des rois comme Sargon II et Nabuchodonosor ne les aient pas puissamment favorisés. On voit déjà le roi Agukakrimi, vers le XVIe siècle, payer avec munificence les orfèvres qui ont orné les statues des dieux Marduk et Zarpanit ; il leur donne maison, champ et jardin, avec exemption de charges pour leurs personnes et les propriétés concédées ; il les consacre, eux et leurs privilèges, en les mettant sous la protection des deux divinités. Un art ainsi récompensé, produit ; il cherche des débouchés, surtout quand il se pratique dans un milieu mercantile.

Les peuples se sentaient donc subjugués par l'éclat de ces grandes monarchies. Toutefois autre chose est l'éblouissement, autre chose l'amour. Babylone et Ninive s'étaient enrichies tour à tour de pillages et de tributs forcés ; les monuments élevés dans ces capitales et dans les autres villes par les rois conquérants, avaient été cimentés de la sueur et du sang des prisonniers de guerre et des nations soumises à la corvée. Aussi les prophètes d'Israël nous montrent-ils par anticipation toute l'Asie se réjouissant de la ruine d'Assur d'abord, de Babel ensuite, et applaudissant à l'éclipse totale et définitive d'une civilisation jetée comme une enveloppe brillante sur une incurable barbarie.

A.-J. DELATTRE, S. J.

LES

FANTOMES ÉLECTROSTATIQUES

SUR LES PLAQUES SENSIBLES

La conception des lignes de force électriques, popularisée en Angleterre par Faraday et assidûment employée dans les remarquables travaux des physiciens de l'école anglaise, tend aussi à s'établir de plus en plus solidement dans l'enseignement de la physique sur le continent. Au point de vue de la première initiation des jeunes esprits aux lois des actions électriques, elle présente cependant, malgré ses multiples avantages, l'inconvénient de ne pas répondre à un concept déjà familier, acquis par l'expérience antérieure de phénomènes analogues. Par ce côté, elle est moins avantageuse que l'assimilation classique des conducteurs électriques à des réservoirs dont le niveau dépasse ou n'atteint pas un plan de référence conventionnel marqué par le zéro des hauteurs et des pressions. Elle ne se prête pas non plus, ou du moins elle ne se prête que difficilement par les méthodes connues (1), à une représentation concrète des forces électriques au moyen d'un effet dû immédiatement à ces forces. Les forces magnétiques fournissent aisément cette image dans l'expérience bien connue du fantôme des limailles de fer. Mais dans le champ électrique, il n'en va plus de même.

(1) Ces méthodes sont décrites dans le *Bulletin de Physique* donné par cette REVUE (2e série, t. XVI, octobre 1899, p. 688).

Les raisons en sont multiples ; la principale est la mobilité, d'ailleurs nécessaire, des poudres qu'on y emploie. Une fois électrisées par influence, les particules suivent l'attraction des pôles, vont se charger par contact et sont ensuite repoussées. D'autre part, lorsque, moyennant des précautions minutieuses, on a réussi à former une image satisfaisante, il faut encore la fixer, et ce n'est pas un des moindres embarras de l'expérience.

Je vais exposer dans ces pages une méthode nouvelle, extrêmement simple, et qui coupe court à toutes les difficultés en formant directement le fantôme dans une poudre fixée d'avance. Les lignes de force ne s'y dessinent donc pas par des déplacements et des groupements des particules, mais par une altération visible, soit physique, soit chimique, qui les fait apparaître sous la forme d'alignements de petits traits noirs sur fond clair.

Ce sont les poudres des sels métalliques altérables par la lumière, et tout particulièrement des sels d'argent employés en photographie, qui sont susceptibles de cette modification. Je les ai étudiées en détail dans un mémoire que publieront prochainement les ANNALES DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES (1). Ici je ne parlerai que du bromure d'argent. Dans les nombreux essais que j'ai faits avec la collaboration de mon collègue le P. Jacopssen, c'est celui qui a donné les meilleurs résultats pratiques.

On peut l'employer d'abord tel qu'on le trouve dans les plaques photographiques ordinaires du commerce, c'est-à-dire en poudre très fine prise dans la gélatine. Pour obtenir un fantôme, on couche horizontalement la plaque sous les pôles d'une machine électrostatique ; on met en rapport avec ces pôles deux aiguilles, la pointe de l'aiguille positive touchant la face sensibilisée, celle de l'aiguille négative en restant distante d'un demi-millimètre

(1) T. XXIV, 2e part., 4e fasc. Voir aussi les COMPTES RENDUS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES de Paris, 2 avril 1900.

environ. Après s'être assuré des signes, on met la machine en marche à une vitesse très modérée, de manière à n'avoir pas d'aigrette sur la plaque, surtout à l'aiguille positive : car toute aigrette, outre qu'elle détourne de la plaque une partie de la charge, laisse une trace bleu-noir qui gâte l'image. Une étincelle, au contraire, ne nuit guère. Après quelques instants, de petits points noirs apparaissent autour du pôle positif, dans toutes les directions, d'abord tout près, puis progressivement à des distances plus grandes. Bientôt il en naît aussi au pied de l'aiguille négative. De part et d'autre, la région où ces points noirs se produisent s'étend surtout vers le pôle opposé, et après quelques instants tout l'espace compris entre les deux aiguilles est envahi. Pendant ce temps les points se sont allongés dans la direction des lignes de force, et exclusivement dans le sens des potentiels croissants, jusqu'à atteindre un ou deux millimètres de développement. Mais déjà avant cette limite, qu'ils ne dépasseront guère, l'extrémité mobile s'est étendue en largeur comme en longueur, de sorte que les traits ressemblent maintenant à des flèches lancées le long des lignes de force du pôle positif vers le pôle négatif. Au microscope, on reconnaît que cet épanouissement provient de la division du trait primitif en une multitude de ramifications arborescentes très fines. Pendant que cette modification se produit du côté où le trait s'allonge, il s'en produit une analogue à partir du point d'origine et dans le sens opposé. Mais celle-ci est incolore et transparente : elle se présente sous la forme d'un éventail à stries rectilignes, plus court que le trait noir et dont l'ouverture peut atteindre ou dépasser un angle droit.

Si l'on continue l'expérience, de nouveaux traits se forment constamment et se répandent sur la plaque à des distances de plus en plus considérables des aiguilles qui servent de pôles. Seulement, pendant ce temps, les anciens continuent à s'élargir, leurs ramifications s'épa-

nouissent en panaches facilement visibles à l'œil nu, et ils finissent par former des empâtements d'un effet désagréable. Souvent aussi, quand l'action s'est prolongée suffisamment, les traits voisins peuvent arriver à se rejoindre, de manière à donner l'illusion de lignes continues sur une certaine longueur. Ces deux remarques s'appliquent surtout aux plaques plus avantageuses dont il sera question tout à l'heure.

Après quelque temps de fonctionnement, on peut progressivement accélérer la marche de la machine, sans avoir à redouter d'aigrette, comme si la plaque acquérait une sorte d'accoutumance. Cette curieuse propriété permet, vers la fin de l'expérience, d'atteindre à des vitesses considérables, qui sont très utiles pour compléter l'image dans les régions éloignées des pôles. Néanmoins elles ne sont nullement nécessaires, et l'on peut arriver à une image très dense et très étendue en maintenant jusqu'à la fin une allure très lente de la machine. C'est même le seul moyen de réussir complètement certaines formes de fantômes, où l'on ne parviendrait pas, sans cela, à éviter les *globules*.

Voici ce qu'il faut entendre par les « globules », et pourquoi il importe de s'en préserver.

Si l'on venait, par mégarde, à mettre l'aiguille négative au contact de la plaque, on verrait bientôt la flamme bleue qui la caractérise quitter la pointe de cette aiguille et se mettre en marche vers le pôle positif en traçant un sillon noir dans la couche sensible. C'est le globule ambulant décrit pour la première fois par M. Stéphane Leduc (1). Ce phénomène est le plus grand contretemps qu'on ait à redouter dans la production des fantômes électrostatiques. En effet, tant que les aiguilles restent en position, après son passage, le sillon demeure conducteur.

(1) COMPTES RENDUS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES de Paris, 3 juillet 1899, p. 37. Voir cette REVUE, 2e série, t. XVI, octobre 1899, p. 689.

Le champ est donc sensiblement nul dans la plaque, et le développement des lignes de force est complètement arrêté. Néanmoins, on aurait tort d'abandonner immédiatement une plaque sur laquelle s'est produit un globule. En effet, le sillon ne *reste* pas conducteur quand on a arrêté la machine. En se remettant donc en marche avec précaution quelques minutes après, on peut continuer l'image interrompue, surtout si l'on a pris soin de couper les communications entre la machine et les aiguilles assez rapidement pour que le globule n'ait pu arriver jusqu'au pôle positif. Ce n'est que quand le courant a circulé assez longtemps dans le sillon, ou qu'on y a laissé passer successivement plusieurs globules, que la conductibilité demeure définitivement établie. Alors il n'y a plus rien à faire.

Il n'est nullement nécessaire d'opérer dans l'obscurité. Au contraire, les lignes de force semblent se dessiner plus facilement quand la plaque est légèrement voilée. On doit éviter néanmoins une lumière trop vive. Ainsi, sur la planche II, on remarquera que l'image n'est pas également vigoureuse des deux côtés de la lame positive. Cette plaque a été faite près d'une fenêtre, et c'est le côté protégé par l'ombre de la lame qui est venu le mieux.

Le fantôme une fois obtenu, on peut, sans lui faire subir aucune opération ultérieure, le conserver indéfiniment, du moins dans les limites de durée des plaques à la gélatine. Si l'on veut en prendre des copies directes sur papier sensible, comme on fait d'un cliché ordinaire, il suffit de le plonger dans le bain d'hyposulfite de soude. Le bromure se dissout comme toujours, à l'exception des traits noirs, qui demeurent intacts. Par contact, on obtient donc le spectre en blanc sur fond noir, ce qui le fait mieux valoir. L'opposition est d'ailleurs très forte, et l'on n'a pas besoin de renforcement.

Le procédé, on le voit, est d'une simplicité idéale ; en outre, il donne plus que les anciennes méthodes, puisqu'un

simple coup d'œil sur l'orientation des flèches figurées par les traits suffit pour reconnaître le signe des pôles. Malheureusement, il est très lent. Un fantôme normal, entre deux pôles distants de quarante-cinq millimètres, n'exigerait pas moins de deux heures de pose, si l'on peut ainsi dire, sous la machine, et l'on ne réussirait pas toujours à l'obtenir suffisamment complet. Encore ce chiffre se rapporte-t-il à des plaques au lactate d'argent, qui sont un peu plus rapides que le bromure dans les préparations du commerce, mais non pas dans celles dont nous allons parler.

Celles-ci sont bien plus avantageuses. La raison en est que les couches sensibles préparées par coulée pour les besoins de la photographie, contiennent trop de gélatine proportionnellement à leur teneur en sel impressionnable. En effet, la gélatine joue en définitive le rôle de support dans le phénomène qui produit les fantômes, de telle sorte que tout excès de gélatine sur la quantité requise pour donner un support convenable, ne peut constituer qu'un obstacle.

Mais, pour nous faire comprendre, il nous faut ici rendre compte de la nature du phénomène qui donne lieu à la production des fantômes. Nous avons donné les raisons de notre interprétation dans le mémoire cité des ANNALES de la Société : nous nous contenterons ici d'exposer les conclusions.

Quand une poudre imparfaitement conductrice, comme le bromure d'argent, fixée dans un véhicule isolant, est soumise à un champ électrique, l'influence établit entre les particules voisines des aigrettes microscopiques, ou encore y fait éclater de petites étincelles, comme entre les paillettes des carreaux magiques et des bouteilles étincelantes, et sans doute aussi entre les limailles des tubes Branly. Ces décharges échauffent le bromure et le véhicule isolant qui l'enveloppe. Si ce dernier fond à température assez basse, il permet aux grains de bromure de s'orienter

et de s'aligner en chaînes continues, comme les limailles de fer dans l'expérience du fantôme magnétique. Si, de plus, il se charbonne, il facilite la formation des lignes de force par la mise en liberté du carbone qui est conducteur, et en même temps il la rend apparente par la coloration foncée qu'il prend. En outre, le bromure fond lui-même entre 300° et 400°, et il prend alors une surface lisse, translucide, d'aspect corné et presque métallique, avec une couleur orange ou grise. Il garde ces caractères après refroidissement. Enfin, une fois qu'il a pris l'état liquide, si un courant électrique continue à le traverser, il subit l'électrolyse, et l'argent métallique reste dans la plaque sous forme de poudre noire, tandis que le brome s'évapore ou s'unit au support.

Dans les images des lignes de force nous obtenons donc finalement de l'argent réduit, puisque les courants y sont d'assez longue durée. Le dépôt de charbon par décomposition du véhicule a peu d'importance vis-à-vis du dépôt d'argent métallique, déjà suffisamment noir par lui-même, d'autant que ce charbon peut être entraîné par les lavages. Il ne faut donc de gélatine, ou en général de véhicule, que la quantité strictement nécessaire pour empêcher les grains de bromure de former une couche continue et pour permettre, au moment de la fusion, leur orientation et leur rapprochement. Ce qu'on en ajouterait ne pourrait que nuire. Et de fait, les plaques du commerce, outre les images des lignes de force, se couvrent d'une espèce de voile noir, qui témoigne d'une altération individuelle des particules, impuissante à évoluer complètement. Ce n'est pas à dire que sur nos nouvelles plaques on ne rencontre jamais de voile ; au contraire, il y est assez intense, et, chose très curieuse, il se développe surtout après qu'on a retiré la plaque de la machine. Seulement, il s'évanouit complètement dans le bain d'hyposulfite.

Cela étant, il était tout indiqué d'essayer, avant la gélatine, d'autres véhicules qui se prêtent mieux à ces

expériences, parce qu'ils sont solubles à froid. Nous avons constaté qu'une foule de substances sont capables de former un bon support, entre autres la plupart des corps de la chimie organique. Les meilleures sont les sucres et les substances colloïdes. Le glucose vient en première ligne pour la rapidité. Avec les plaques préparées comme nous allons l'indiquer tout à l'heure, il est aisé d'obtenir un spectre très complet, couvrant entièrement une plaque de format 13 × 18, en moins de cinq minutes. De plus, les traits dans le glucose s'allongent beaucoup et finissent par se rejoindre sur d'assez grandes longueurs, de manière à rendre l'image des lignes de force beaucoup plus suggestive, tout en la déformant un peu. Par malheur, les sucres se conservent fort mal, ce qui limite leur emploi à des expériences de cours. Nous avons inutilement essayé d'empêcher la décomposition, en incorporant au glucose un peu de sublimé corrosif ou d'acide phénique. Le premier ralentit énormément l'apparition de l'image et la rend instable; le second cristallise dans la plaque et la marbre de petits cercles jaunes. La gomme arabique se conserve beaucoup mieux; elle est un peu moins rapide, mais elle a l'avantage précieux de donner une couche très unie et très homogène, grâce à sa viscosité. Un mélange de gomme arabique et de glucose est peut-être ce qu'on pourrait conseiller de mieux pour la production des tantômes de démonstration dans les cours; il peut se conserver, au besoin, pendant quelques semaines. On peut signaler encore comme véhicules commodes l'empois d'amidon, la dextrine, l'albumine.

Pour préparer des plaques au moyen de ces substances, on commence par broyer le bromure d'argent sec entre deux glaces dépolies. On y ajoute ensuite quelques gouttes du support, en solution concentrée; on triture entre les deux glaces de manière à faire une pâte épaisse, bien liante; on applique sur l'une d'elles la lame de verre que l'on veut sensibiliser, et on achève d'étendre et de régu-

lariser au pinceau la couche qu'elle a enlevée par adhérence.

Il est évident que les plaques ainsi préparées ne sauraient convenir pour le tirage sur papier par copie directe. Car, tous les supports mentionnés étant très solubles dans l'eau, il est impossible de rendre le fond transparent sans emporter les traits du fantôme. Les procédés connus pour les rendre plus ou moins insolubles ne réussissent que très imparfaitement, par exemple l'action de l'acide chromique en présence d'une base sur la gomme arabique exposée à la lumière, ou la transformation préalable de la gomme en arabine insoluble. Cette dernière résiste bien à l'action de l'eau : mais elle n'adhère plus suffisamment au verre, et s'en va par écailles.

Il faut donc en revenir à la gélatine. Mais le procédé ne peut s'y appliquer sans modification : car il faudrait opérer dans une véritable étuve pour pouvoir étendre convenablement la pâte. Par bonheur, la gélatine jouit d'une propriété qui permet de tourner la difficulté. Quand on la fait bouillir longtemps avec de l'eau, elle perd la propriété de faire prise en refroidissant. Il serait bien étonnant que cette propriété disparût brusquement ; et, de fait, elle ne s'en va que par l'abaissement progressif du point de solidification à mesure que l'ébullition se prolonge. Il suit de là qu'on peut l'amener à la valeur que l'on veut, suivant le temps qu'on laisse la solution sur le feu. Pratiquement, on ne la laissera jamais que quelques minutes, si l'on ne veut pas voir ses plaques tomber spontanément en déliquescence, particulièrement en été. La préparation demeure donc, malgré tout, assez délicate, et il importe d'opérer rapidement. Aussi avons-nous coutume de broyer et de triturer le bromure sur la plaque même qui doit donner le fantôme, de régulariser la couche au moyen de la glace dépolie munie d'un manche qui a servi au broyage ; puis, de passer rapidement un pinceau souple dans le sens perpendiculaire aux stries. On n'a guère le

temps de faire davantage. La plaque ainsi préparée reste encore assez fortement striée [1]. Seulement, comme la couche de gélatine, après le bain d'hyposulfite et les lavages, est extrêmement mince, ces stries n'apparaissent presque plus sur les positifs, particulièrement dans les tirages en noir, et quand la gélatine a été bien purifiée. Elles ont pourtant un autre inconvénient assez grave ; c'est de dévier parfois les lignes de force à cause des variations d'épaisseur de la couche sensible qu'elles produisent. Ce manque d'homogénéité influe aussi sur le nombre des traits. On le voit d'une manière frappante sur la planche III, que nous avons reproduite, malgré ses défauts, pour montrer combien il est important de déterminer avec soin l'épaisseur la plus favorable de la couche.

Il est probable qu'on éviterait complètement ces inconvénients, en faisant les plaques dans un local chauffé à 40° ou 50°, ce qui permettrait d'employer le pinceau à loisir. La préparation demandant très peu de temps, cette méthode ne semble nullement devoir être aussi pénible qu'on pourrait le croire au premier abord. On ferait facilement une trentaine de plaques à l'heure. Quant à nous, nous n'étions pas outillés pour l'essayer.

Préparé de la sorte, le gélatino-bromure donne des résultats beaucoup plus satisfaisants que les plaques du commerce. Des fantômes équivalents à celui que donnent ces dernières, peuvent être obtenus en cinq à dix minutes. Mais les traits sont ici très courts, et leurs groupements ne rendent pas assez frappants les alignements suivant la direction de la force électrique.

Ce dernier défaut peut être évité, et en même temps le temps de pose encore notablement réduit, par l'addition d'un peu de glucose ou de gomme arabique à la gélatine. Sans doute, l'image est un peu plus faible, le glucose ou

(1) On s'expose aussi à rayer le verre, car il arrive facilement que des poussières dures s'introduisent sous la glace dépolie.

PLANCHE I.

Champ de deux pointes positives.

la gomme étant enlevés par les lavages ; mais elle garde, en général, une vigueur très suffisante. Il est aisé, d'ailleurs, de la renforcer au besoin comme un cliché photographique ordinaire. Les planches I à IV ont demandé de quinze à trente minutes, et les plaques n'ont pas été renforcées. Encore a-t-on fait fonctionner la machine très lentement, condition essentielle pour obtenir de belles images.

Les planches I et III ont été obtenues sur gélatine à la gomme arabique ; les deux autres, sur gélatine au glucose. Le nombre et la finesse des traits dépendent de la proportion de ces substances, et aussi du temps écoulé entre la préparation de la plaque et l'exposition au champ électrique. La planche I est sur une plaque relativement vieille, les trois autres étaient toutes fraîches. Certaines lignes de force de la planche II présentent déjà une certaine continuité par la fusion des traits : on accentuerait aisément ce caractère, en augmentant la proportion de glucose. Nous avons des plaques qui donnent l'impression de lignes de force presque continues d'un bout à l'autre. Il ne faut pas perdre de vue que si cette apparence est plus suggestive, elle altère, d'autre part, la correction de l'image, par les déviations et les ondulations des lignes.

Arrivés à ce point, nous avons cru que la méthode était suffisamment avancée pour la faire connaître en détail et pour donner quelques exemples des ressources nouvelles qu'elle met aux mains des professeurs et des expérimentateurs pour l'étude des champs électrostatiques. D'après les remarques qui précèdent, il sera facile de corriger les défauts qui se rencontrent encore sur nos clichés ; ce n'est plus qu'affaire de patience et de tour de main. En somme, le procédé est prêt à entrer dans la pratique. Nous sommes persuadés que plus d'un de nos lecteurs arrivera, presque du premier coup, à des résultats bien supérieurs, comme symétrie, comme fini et comme vigueur, à ceux que nous allons présenter. Au lieu de nous attarder à rechercher nous-mêmes cette dernière perfection matérielle, nous

avons cru faire œuvre plus utile, pour ceux par exemple qui voudraient faire entrer les images authentiques des champs électriques dans leur enseignement par projection, ou par production directe sous les yeux des élèves, en donnant ici, avec diverses applications de nos procédés, quelques renseignements pratiques sur leur technique. Nous espérons leur épargner de la sorte bien des tâtonnements inutiles.

Avant tout, il importe de se mettre en garde contre les globules. Ceux-ci naissent toujours à un pôle négatif. Quand donc on n'a besoin que d'un seul pôle au contact de la plaque, on aura soin de choisir un pôle positif. Il est relativement rare que le globule se produise quand le pôle négatif ne touche pas la plaque ; on mettra donc autant que possible les pôles négatifs à un demi-millimètre environ de la couche sensible. Si on les éloigne davantage, leur action est trop faible et l'image résultante dissymétrique. Si l'on ne peut échapper à la nécessité d'avoir un pôle négatif au contact du bromure, il faut du moins arrondir le plus possible les contours des régions suivant lesquelles se produit ce contact. Il est presque impossible, même moyennant cette précaution, d'éviter entièrement les globules, quelles que soient d'ailleurs les dimensions ou la forme du pôle négatif. Mais on peut cependant réussir les plaques, en observant ce que nous avons dit à ce propos à la page 129.

Presque toujours il est possible d'éviter le contact d'un conducteur chargé négativement. Il n'y a évidemment aucune difficulté dans le cas normal de deux pôles de signes contraires. Il y en a davantage, quand on met dans le champ des conducteurs qui subissent l'influence. Mais elle n'est pas insurmontable. Ainsi, pour obtenir la planche IV, qui montre les perturbations produites dans le champ par la présence d'une lame conductrice qui subit l'influence, nous avons donné à la tranche de cette lame du côté qui devenait négatif, une forme arrondie qui se terminait par

une pointe revenant brusquement vers la couche sensible, mais sans la toucher. C'est cette pointe qui fonctionne alors comme pôle négatif, sans donner de globules. De même, dans le cas des anneaux subissant l'influence dans le champ, le contact n'était pas établi sur tout le pourtour, mais seulement du côté positif, le côté négatif se relevant peu à peu à partir de la ligne neutre. Il ne servirait de rien de suspendre à petite distance au-dessus de la plaque, sans aucun contact, les conducteurs qui subissent l'influence ; car alors ils n'agiraient plus assez énergiquement pour dévier les lignes de force.

Pour obtenir un beau spectre, bien symétrique, il faut se souvenir que, dans l'idée de Faraday, les lignes de force aboutissent toujours à *deux* conducteurs, et ne vont jamais se perdre dans le vide. Cette conception se trouve parfaitement vérifiée dans la production des fantômes électrostatiques, et il en résulte un inconvénient sérieux, qui, heureusement, porte en lui-même son remède. Tous les corps plus ou moins conducteurs voisins de la plaque attirent à eux les lignes de force, et tout particulièrement le corps de l'opérateur qui surveille le développement de l'image. Aussi le spectre est-il d'ordinaire plus étendu de son côté. La machine, au contraire, semble repousser les lignes de force. De même, si les bords de la couche sensible ne sont pas partout à la même distance des conducteurs voisins, chaînettes qui amènent le courant, lame métallique placée sous la plaque, quand on en fait usage, etc., les lignes se portent de préférence du côté où cette distance est la plus petite. Quand on constate des dissymétries de ce genre, le remède consiste à modifier les distances aux conducteurs extérieurs dont l'influence se fait sentir. Ainsi l'opérateur aura soin de se placer du côté où le développement est le plus lent, ou, mieux encore, il approchera de ce côté des lames métalliques, par exemple des feuilles d'étain. Une chaînette en cuivre entourant complètement la plaque, et dont on rapproche

les différentes parties, suivant les besoins, au moyen d'une baguette de verre, convient très bien à cet usage. Seulement, on aura soin de la prendre assez lourde, sinon elle serait aussitôt attirée jusque sur la plaque.

Nous venons de parler d'une lame de métal placée sous la plaque, comme dans l'expérience du globule de M. Leduc. Cette lame est nécessaire, quand il n'y a sur la plaque que des pôles de même nom, afin de concentrer l'action sur la couche sensible, à moins qu'on ne veuille se résigner à une lenteur extrême. Quand on a des pôles de noms contraires, il vaut mieux s'en passer, parce que d'abord la réaction est suffisamment rapide, et qu'en outre la présence de ce condensateur attire les lignes vers le bord de la plaque. Ce dernier effet est très marqué. On doit évidemment chercher à l'éviter, si l'on veut une image correcte des lignes de force de deux pôles seulement.

Quand les pôles ne sont pas constitués par de simples points vers lesquels convergent toutes les lignes, ils ne sont pas d'ordinaire marqués assez clairement sur l'image pour qu'on en reconnaisse, au premier coup d'œil, la signification. Dans ce cas, il est nécessaire de les suppléer artificiellement après le fixage, par exemple en collant sur la plaque des bandes de papier, ou, mieux encore, en les dessinant en noir sur un vernis photographique transparent.

Voici maintenant, à titre d'exemple, quelques résultats obtenus.

La planche I représente le champ de deux pôles de même signe, constitués par deux aiguilles reliées au même conducteur de la machine. L'orientation des petits traits, considérés comme des flèches allant du positif au négatif, fait voir immédiatement que ces deux aiguilles sont chargées positivement. On reconnaît très nettement l'effet bien connu de la répulsion mutuelle des lignes de force. Le champ d'une seule aiguille positive, celui de deux aiguilles de signe contraire, avec ou sans lame condensatrice, celui

de trois aiguilles, dont deux positives et une négative, sont également faciles à réaliser : ils n'appellent aucune remarque nouvelle.

Si l'on choisit comme pôle l'arête d'une lame conductrice (planches II et suiv.), l'image présente quelques particularités intéressantes. Tout d'abord on remarque que les lignes de force partent toujours normalement à la surface, quelle que soit la forme de celle-ci. Ensuite on constate que l'action est moins concentrée qu'on ne l'aurait attendu peut-être, à l'extrémité en regard du pôle opposé, mais qu'elle est très énergique tout le long de la tranche. C'est un fait constant dans toutes les formes que nous avons données à cette expérience : une lame droite perpendiculaire à l'axe du spectre ou située dans l'axe, associée avec une aiguille ; deux lames parallèles ou obliques ; une lame droite avec une lame courbe. Si l'on n'emploie qu'un seul pôle, l'image est peut-être plus intéressante encore : car elle fait voir que la répartition des charges électriques et, par suite, le groupement des lignes de force dépendent moins de la forme des conducteurs qu'on ne semble l'admettre généralement. Ainsi, avec un pôle unique constitué par un conducteur dont la base appliquée sur la plaque avait la forme d'une poire ou d'une larme batavique, il est assez remarquable de constater que les lignes de force se répartissent presque uniformément sur le contour. La pointe même semble n'avoir pas une prépondérance marquée sur les parties à faible courbure. Seules, les portions franchement concaves présentent une diminution très accusée des lignes de force. Cela tient, comme nous le disions plus haut, à ce que la distribution des charges et des lignes de force dépend surtout des positions relatives des conducteurs voisins, même assez éloignés. La répartition suivant la forme de la surface extérieure, telle qu'on la considère généralement dans les traités classiques, est un cas purement théorique, qui ne peut jamais se rencontrer effectivement.

La planche III réalise le champ uniforme, à lignes de force parallèles. Ce fantôme, un des plus faciles à obtenir, est une démonstration des principes sur lesquels reposent les électromètres à plateaux. Il fait voir d'une manière frappante la nécessité de l'anneau de garde.

En appuyant contre une aiguille servant de pôle positif une lame de verre, d'ébonite, etc. dont la tranche repose sur la plaque, on montre la différence entre les bons et les mauvais conducteurs. En effet, tandis que les lames métalliques émettent abondamment leurs lignes de force sur toute leur longueur, ici l'aiguille fournit le même système de lignes que si elle était seule appliquée sur la plaque. Seulement, le verre, l'ébonite ou les autres isolants n'étant jamais des isolants parfaits, on retrouve en même temps sur la plaque quelques traits, beaucoup plus rares et plus faibles, qui partent de toute la longueur des arêtes de la lame, surtout à l'extrémité libre. Ces traits étant, comme toujours, perpendiculaires à la surface qui les émet, leurs directions vont couper celles des lignes de force de l'aiguille, de sorte qu'on trouve dans certaines régions de la plaque des points qui ont donné naissance à deux traits, l'un, très fort, dirigé vers l'aiguille, l'autre, plus faible, normal à la lame isolante.

La planche IV est un exemple des champs déformés par l'introduction d'un conducteur subissant l'influence. Dans le cas présent, ce conducteur est une lame métallique, isolée ou au sol, et terminée par une pointe du côté qui devient négatif, suivant la remarque faite plus haut. Cette image traduit d'une manière très intéressante la déflexion des lignes de force qui passent près du corps influencé sans y aboutir.

Avec une seule aiguille et une lame isolée, on montre les deux charges de signes contraires produites par l'influence ; avec une aiguille et deux lames isolées, l'influence successive sur deux conducteurs, etc.

Les lois de l'influence sont mises en évidence d'une

PLANCHE III.

Champ de deux lames de signes contraires.

manière plus complète au moyen d'anneaux métalliques, ou plutôt de cylindres, car des anneaux plats ne réalisent pas suffisamment les conditions supposées par les théorèmes classiques. On peut d'ailleurs se contenter d'une hauteur très modérée, de manière à suivre commodément les progrès du développement : avec quelques millimètres seulement, on obtient déjà une image presque irréprochable.

Dans ces conditions, si l'anneau extérieur est électrisé seul, il envoie toutes ses lignes de force au dehors, et l'espace compris entre les deux reste indemne, ce qui montre, en passant, que l'électricité se porte à la surface extérieure des conducteurs. Si c'est l'anneau intérieur qu'on relie seul à la machine, l'autre étant isolé, on obtient des lignes de force allant d'un anneau à l'autre, et du second anneau vers le dehors. Enfin, l'anneau intérieur etant seul à la machine, et le second au sol (ou à l'autre pôle de la machine), on n'a plus de lignes de force qu'entre les deux anneaux. Ce dernier fantôme représente le champ de la bouteille de Leyde.

La démonstration est d'autant plus complète que l'orientation des flèches indique toujours le signe des conducteurs entre lesquels on les trouve.

On peut montrer d'une autre manière encore le principe de l'écran électrique ou de la cage de Faraday, qui est déjà compris dans les expériences précédentes. Il suffit de poser au milieu d'un champ formé par deux pôles ordinaires, par exemple deux aiguilles, un anneau ou un treillis métallique. Pour réussir complètement, cette expérience demande un soin spécial : car, d'une part, la moitié de l'anneau ou les pointes du treillis qui deviennent positives par influence doivent être en bon contact avec la plaque et les parties négatives aussi rapprochées que possible, et, d'autre part, on ne peut appuyer tout le contour de l'objet sur la plaque, sans s'exposer à faire naître des globules. Il est relativement facile, en tournant lentement, d'obtenir

une image parfaite des parties essentielles du spectre; mais les difficultés commencent, quand on veut accélérer le mouvement pour compléter les grandes lignes de force enveloppantes.

Nous avons essayé vainement de déceler une influence du champ magnétique sur le champ électrostatique. En produisant nos fantômes entre les pôles d'un puissant électro-aimant, de manière à rendre les lignes de force magnétiques successivement parallèles aux lignes de force électrostatiques de la plaque, normales dans le plan de la plaque, normales dans un plan perpendiculaire à celui de la plaque, nous n'avons pu reconnaître aucune différence entre ces fantômes et ceux qu'on obtient dans les conditions ordinaires.

Il y aurait, on le voit, peu de chose à ajouter à l'interprétation de nos fantômes pour avoir un exposé complet des lois fondamentales de l'électrostatique. On peut même les faire servir à l'explication des machines, du moins dans le fonctionnement des peignes collecteurs. Ainsi, par exemple, deux lames parallèles chargées appuyées sur la plaque sensible entre les branches d'une fourche métallique isolée, également au contact de la plaque, donneraient le champ entre les peignes d'une machine Wimshurst au moment où les secteurs des plateaux y pénètrent. En chargeant, au contraire, la fourche et isolant les lames parallèles, on aurait le champ à la sortie. Celui-ci serait sensiblement nul. On opérerait à peu près de même pour obtenir le champ dans la modification que j'ai proposée il y quelques années (1), et qui avait précisément pour but de produire à la sortie des secteurs un champ de même intensité qu'à l'entrée.

Comme instrument de recherche, dans l'exploration de champs électrostatiques peu connus, la méthode exposée ici semble pouvoir rendre des services, particulièrement

(1) *Essai sur la théorie des machines électriques à influence.* Paris, Gauthier-Villars, 1898.

là où le champ n'est pas abordable directement par les moyens ordinaires. Mais il faut, pour le moment, que le champ soit assez intense, et le milieu plus résistant que la couche sensible. C'est la seconde condition qui s'oppose à l'étude des tubes à vide par des plaques sensibles qui y seraient enfermées ; car l'air raréfié est bien meilleur conducteur que le bromure. Aussi ne passe-t-il dans la plaque qu'une portion insignifiante du courant, insuffisante en tout cas pour laisser une trace. Mais si l'on parvenait à exalter assez la sensibilité de la plaque, on obtiendrait peut-être des résultats extrêmement intéressants, par exemple dans l'étude des stratifications des tubes de Geissler ou dans celle des ampoules à rayons Rœntgen. Faut-il désespérer d'y arriver ? Rien n'autorise à le croire, et si l'on compare la lenteur des anciens procédés photographiques à l'extrême rapidité des plaques modernes, il y a, au contraire, de sérieuses raisons de prévoir qu'un jour on fera des instantanés électriques, comme on fait à présent des instantanés photographiques.

V. Schaffers, S. J.

LA

DISSOCIATION PSYCHOLOGIQUE [1]

II

L'HYPNOTISME

L'hypnotisme est un état de dissociation analogue au sommeil naturel, qui a fourni à la psychologie expérimentale un des moyens les plus précieux dont elle dispose pour l'étude des troubles de la personnalité. Les phénomènes de l'hypnotisme sont bien connus ; mais comme ils forment la base expérimentale la plus solide de tout ce qu'on a écrit sur la dissociation psychologique, nous ne pouvons nous dispenser de les passer rapidement en revue.

Les procédés propres à le produire sont aussi nombreux que variés : passes de haut en bas, devant le visage du sujet ; fixation du regard sur les yeux de l'opérateur, sur ses doigts ou sur un objet brillant ; pression sur le vertex ou sur d'autres parties du corps ; bruit monotone prolongé ; bruit violent et subit ; jet de lumière ; etc. Tous ces moyens sont bons et réussissent plus ou moins bien suivant les sujets auxquels ils s'adressent. Des opérateurs ont recours simplement à la suggestion. Ils fixent la pen-

(1) Voir la REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES, livraison du 20 avril 1900, pp. 511-547.

sée du sujet isolé de toute excitation extérieure, sur l'idée de sommeil ; lui annoncent qu'il va dormir, le lui ordonnent, au besoin, et le sujet tombe en hypnose, à moins d'une résistance formelle de sa volonté ou d'un état physique impropre à l'hypnotisme. Tout le monde n'est pas hypnotisable.

La variété des procédés prouve suffisamment qu'ils n'ont pas, par eux-mêmes, une vertu spécifique. Ils paraissent agir de deux manières : soit par suggestion, si le sujet est prévenu qu'ils ont pour résultat de produire le sommeil ; soit en fixant son attention sur une sensation unique, ce qui a pour but de suspendre l'activité de sa pensée et de le mettre dans un état d'inertie intellectuelle propre à recevoir toutes les suggestions. Cette explication purement psychologique rend inutile l'hypothèse d'un fluide mystérieux, le prétendu fluide des magnétiseurs, agissant sur l'organisme ou de toute autre influence occulte. Elle supprime la distinction qu'on a voulu établir entre le magnétisme et l'hypnotisme qui ne sont qu'une même chose. Il est bien certain que le sommeil hypnotique doit correspondre à quelque modification du système nerveux, dont la théorie du neurone laisse peut-être entrevoir le fonctionnement.

L'hypnotisme est un état subjectif. Le rôle du magnétiseur consiste surtout à aider le sujet à se mettre dans les conditions voulues. Le résultat final dépend essentiellement du sujet, de sa constitution, de son aptitude à la désagrégation psychologique, de son consentement, de sa volonté de dormir. Il est difficile d'endormir un patient malgré lui. Mais un habile magnétiseur réussit toujours à triompher par surprise des plus récalcitrants, quand il agit sur un sujet déjà hypnotisé antérieurement. Les sujets exercés s'endorment plus facilement que les autres. Mais on a souvent observé que de nouveaux venus, assistant à une séance d'hypnotisme, s'endorment spontanément en voyant hypnotiser les autres. Le sommeil hypno-

tique est facilement transmissible, comme la plupart des états nerveux.

Il existe, chez les sujets hystériques, des zones dites hypnogènes, ainsi nommées parce que la simple pression exercée sur ces parties détermine le sommeil. On a vu des hystériques s'endormir eux-mêmes en exerçant une pression sur leurs zones hypnogènes. Des sujets hypnotisables réussissent à s'endormir par auto-suggestion, sans recourir à un magnétiseur. Le rôle des prétendues zones hypnogènes n'est peut-être aussi qu'un effet d'auto-suggestion.

L'état hypnotique présente des degrés, des phases variables suivant la profondeur du sommeil, laquelle dépend des dispositions du sujet et de l'action plus ou moins prolongée de l'opérateur. Reportons-nous à la description qui en a été donnée par M. Bernheim.

« Quelques sujets, écrit-il, n'éprouvent qu'un engourdissement plus ou moins prononcé, de la pesanteur des paupières, de la somnolence ; c'est le petit nombre. C'est le *premier degré*, de M. Liebeault. Cette somnolence peut disparaître aussitôt que l'opérateur cesse d'influencer ; elle se prolonge pendant quelques minutes chez certaines personnes, plus longtemps chez d'autres, pendant une heure, par exemple. Les sujets restent souvent inertes ; d'autres exécutent quelques mouvements, changent de position, se retournent, mais continuent à rester somnolents. A l'une des séances suivantes, le sommeil peut passer à l'un des degrés plus avancés ; d'autres fois, au contraire, on ne peut aller au delà...

« Certaines personnes n'ont pas de somnolence, à proprement parler ; mais elles gardent les paupières closes et ne peuvent les ouvrir. Elles parlent, répondent aux questions, disent qu'elles ne dorment pas. Mais je leur dis : « Vous ne pouvez pas ouvrir les yeux » ; elles font des efforts infructueux pour les ouvrir ; les paupières sont comme cataleptisées. Il m'a paru, mais je ne puis

cependant l'affirmer, que cette forme de l'hypnotisme est plus fréquente chez les femmes que chez les hommes. Une d'elles faisait des efforts inouïs pour séparer les paupières ; elle riait, parlait avec volubilité ; je lui répétais : « Essayez de les ouvrir » ; elle y mettait toute sa force de volonté sans y réussir, jusqu'à ce que je fis cesser le charme, en disant : « Vous pouvez les ouvrir ».

» J'appelle cela encore, une variété du premier degré.

» A un *second degré*, les sujets gardent les paupières closes, leurs membres sont en résolution ; ils entendent tout ce qu'on leur dit, tout ce qui se dit autour d'eux. Mais ils restent assujettis à la volonté de l'endormeur : leur cerveau est dans cet état que les magnétiseurs appellent hypotaxie ou charme.

» Ce degré est caractérisé par la catalepsie suggestive.

» Nous désignerons par ce mot le phénomène suivant : aussitôt le sujet endormi, en résolution, si je lève son bras, il reste en l'air ; si je lève la jambe, elle reste en l'air. Les membres conservent passivement l'attitude qui leur est imprimée. Nous appelons cette catalepsie, suggestive, parce que, comme il est facile de s'en assurer, elle est purement psychique, liée à l'état passif du sujet, qui garde automatiquement l'attitude donnée, comme il garde une idée reçue...

» A leur réveil, quelques-uns des sujets, qui n'ont pas dépassé le second degré, se figurent qu'ils n'ont pas dormi, parce qu'ils se rappellent avoir tout entendu. Ils croient y avoir mis de la complaisance ; mais, en répétant l'expérience, la catalepsie suggestive reparaît. Si ce n'est pas un sommeil, c'est au moins un état psychique spécial, qui diminue la force de résistance cérébrale, qui rend le cerveau docile à la suggestion.

» Dans un *troisième degré*, l'engourdissement paraît plus prononcé, la sensibilité tactile peut être émoussée ou éteinte ; outre la catalepsie suggestive, le sujet est susceptible de *mouvements automatiques*. Je tourne ses deux

bras l'un autour de l'autre ; je dis : « Vous ne pouvez plus vous arrêter ». Les bras continuent à tourner plus ou moins longtemps ou indéfiniment. Le sujet entend tout ce qui se dit autour de lui.

» Chez quelques-uns, cet automatisme succède à l'impulsion communiquée aux bras : la suggestion par la parole n'est pas nécessaire. On peut aussi dans ce degré déterminer de la contracture suggestive.

» Le *quatrième degré* est caractérisé, outre les phénomènes précédents, par la perte de relations avec le monde extérieur. Le sujet entend ce que dit l'opérateur ; il n'entend pas ce que disent les autres personnes, ce qui se dit autour de lui ; ses sens ne sont en communication qu'avec l'endormeur. Mais ils sont susceptibles d'être mis en relation avec tout le monde.

» Les *cinquième* et *sixième degrés*, caractérisés, pour M. Liebeault, par l'oubli au réveil de tout ce qui s'est passé pendant le sommeil, constituent le *somnambulisme*. Le cinquième degré est le somnambulisme léger : les sujets se rappellent encore vaguement ; ils ont entendu confusément à de certains moments ; certains souvenirs se réveillent spontanément. Anéantissement de la sensibilité, catalepsie suggestive, mouvements automatiques, hallucinations par suggestion. C'est alors que tous ces phénomènes... acquièrent leur plus grande expression.

» Dans le sommeil profond, ou *sixième degré*, le souvenir de tout ce qui s'est passé pendant le sommeil est absolument éteint et ne peut se réveiller *spontanément*... Les souvenirs peuvent *toujours* être réveillés *artificiellement*.

» Le sujet reste endormi, à la volonté de l'opérateur, et devient un automate parfait, docile à ses ordres (1). »

M. Bernheim ajoute que cette division du sommeil en plusieurs phases ou degrés est purement théorique. Elle

(1) Bernheim, *De la Suggestion*, 1886, p. 6.

permet de classer chaque sujet influencé, sans grande description. Mais on observe toutes les transitions possibles, depuis la simple torpeur jusqu'au somnambulisme le plus profond. Chaque dormeur a, pour ainsi dire, son individualité propre, sa manière d'être spéciale.

Aussi les auteurs ne sont-ils pas d'accord sur cette classification des différentes phases hypnotiques. Les uns en augmentent le nombre, les autres le diminuent.

Charcot, étudiant exclusivement ces états chez les hystériques de la Salpêtrière, rattachait à trois types seulement toute la symptomatologie de l'hypnotisme : 1° L'état cataleptique, qui correspond au deuxième et au troisième degré de M. Liebeault. — 2° L'état léthargique, quatrième degré de M. Liebeault, mais plus développé dans le sens de l'inertie et de l'insensibilité. Les membres du sujet sont en résolution complète. Ils retombent si on les soulève. Le dormeur est inerte. Sa suggestibilité est nulle. Il est insensible à toutes les excitations, même à la douleur. Il paraît ne rien entendre et ne répond à aucune question. Cependant la sensibilité de la moelle épinière persiste. Si l'on percute le tendon d'un muscle, le muscle se contracte. En excitant les muscles antagonistes, on fait cesser la contraction. — 3° L'état somnambulique, où la résolution musculaire est moindre que dans la léthargie. Il n'y a pas d'hyperexcitabilité musculaire par pression profonde ; mais elle se révèle par la plus faible excitation superficielle du tégument externe, souffle, attouchement et elle s'évanouit, en prolongeant l'excitation. L'analgésie est complète. Les sens spéciaux sont le siège d'une exaltation considérable. Le sujet est suggestible au plus haut degré.

M. Bernheim prétend n'avoir jamais obtenu l'état léthargique, au moins sous la forme d'une inertie complète. Tous ses hypnotisés, quelque inertes qu'ils parussent,

étaient en relation, par quelque sens, avec le monde extérieur (1).

D'après M. de Rochas, l'état léthargique ne serait qu'une phase de passage entre les différents degrés de l'hypnose. Aux états classiques il faudrait en ajouter d'autres : l'état de rapport, de sympathie au contact, de lucidité, d'extase qui correspondraient à certaines manifestations, dont il sera parlé plus loin.

La gradation des phénomènes de l'hypnotisme, depuis les états les plus légers jusqu'au somnambulisme profond, nous a fait assister à la dissociation progressive des fonctions de relation et des facultés psycho-sensorielles. C'est la répétition, sous des formes différentes, de ce que nous avons vu se passer dans le sommeil naturel. Elle crée un rapprochement de plus entre les deux états, qu'on ne saurait confondre, mais qui se transforment facilement l'un dans l'autre. « Nous avons vu constamment, dit Husson, dans son rapport de 1831, à l'Académie de médecine, le sommeil naturel précéder et terminer l'état de somnambulisme. » Tous les magnétiseurs ont constaté que l'on peut changer le sommeil naturel en sommeil hypnotique par simple suggestion. Le passage se produit même spontanément. J'ai vu des enfants présenter dans leur sommeil un état comparable au somnambulisme. On les lève, on leur parle, ils répondent, obéissent à la suggestion sans se réveiller. Abandonnés à eux-mêmes, ils restent inertes. Au réveil, ils ont tout oublié. Il est possible que parfois des gens endormis passent, sans qu'on s'en aperçoive, par une ou plusieurs phases du sommeil hypnotique. En sorte que le sommeil naturel ne serait, comme on l'a dit, qu'une des notes de la gamme du sommeil, dont l'hypnotisme et le somnambulisme compléteraient le clavier (2). Tous ces états variables se rattachent, par des transitions insensibles, à

(1) Bernheim, *De la Suggestion*, p. 159.

(2) de Rochas, *Les états superficiels de l'hypnose*, 1893, p. 147; *Les états profonds de l'hypnose*, 1896, p. 11.

l'état de veille, où nous verrons persister, chez quelques sujets et sous une forme plus ou moins atténuée, les différents signes qui révèlent la dissociation psychologique. « Chez certains sujets, dit M. Bernheim, le sommeil somnambulique ne diffère de la veille que par l'occlusion des paupières et l'absence de souvenir au réveil (1). »

L'aptitude au sommeil hypnotique se rencontre à tous les âges, dans toutes les conditions sociales, chez les hommes comme chez les femmes. Mais le nervosisme crée une disposition éminemment favorable. D'après les expériences de la Salpêtrière, les hystériques sont les meilleurs sujets hypnotisables et l'hypnotisme est le révélateur par excellence de l'hystérie. M. Bernheim a cru reconnaître que les gens du peuple, les anciens militaires, les artisans, les sujets habitués à l'obéissance passive, les cerveaux dociles, sont plus aptes à recevoir la suggestion. Les hommes intelligents, bien pondérés, dorment mieux, quand ils veulent, que certains névropathes dont l'esprit agité est incapable d'attention (2). Pour dormir il faut le vouloir. Les gens sans volonté, les enfants, les aliénés, les mélancoliques, les hypocondriaques, sont difficiles ou impossibles à hypnotiser.

En résumé, la disposition au sommeil croît parmi les névropathes et diminue chez les sujets bien portants. M. Bottey expérimentant sur des personnes d'une santé parfaite, arrivait à la proportion de 30 p. c. chez des femmes de 17 à 42 ans. Le célèbre abbé Faria ne magnétisait qu'une personne sur dix. Si tous les sujets hypnotisables ne sont pas des malades reconnus, il est vraisemblable que tous présentent quelque faiblesse psycho-organique, quelque tendance à la dissociation, qui les prédispose aux effets du somnambulisme provoqué. L'hypnotisme consiste donc en un trouble psychique passager, provoqué expéri-

(1) Bernheim, *De la Suggestion*, p. 70.
(2) Id., *loc. cit.*, p. 200.

mentalement chez des personnes naturellement prédisposées et dans lequel ces dernières deviennent aptes à subir automatiquement, de la part de leur magnétiseur, les effets les plus variés de la suggestion. Le développement excessif de la suggestibilité est le caractère essentiel de l'hypnotisme.

« Vous ne savez pas tirer un son d'une flûte, qui possède cependant une excellente petite voix, disait Hamlet aux envoyés du roi ; comment osez-vous donc croire qu'il soit plus aisé de jouer de moi que d'une flûte ? Appelez-moi comme vous voudrez, peu importe l'instrument que je sois, vous aurez beau me tourmenter, vous n'arriverez pas à jouer de moi (1). »

Ce qui pouvait embarrasser les interlocuteurs d'Hamlet est facile pour un bon hypnotiseur. « On peut, disait Braid, jouer avec de semblables patients, dans la phase appropriée au sommeil, comme sur un instrument musical et leur faire prendre les rêves de leur imagination pour la réalité actuelle (2). »

L'automatisme et la suggestibilité varient avec l'état dans lequel se trouve le dormeur. Ils sont nuls dans l'état léthargique franc où les fonctions intellectuelles sont complètement abolies, où l'inertie cérébrale est entière. Seul le système spinal conserve son activité.

M. Pierre Janet a comparé le sujet en catalepsie à une statue vivante dont l'esprit est vide de pensée, dont la vie psychique se trouve réduite à l'automatisme complet (3). Le caractère par lequel cet état se manifeste d'abord est l'immobilité. Le sujet conserve l'attitude dans laquelle la catalepsie l'a surpris. Rien ne révèle la conscience et la pensée. La vie de relation est supprimée. Si l'on n'intervient pas, l'immobilité se prolonge pendant un temps plus

(1) Shakespeare, *Hamlet*, acte III, sc. II.

(2) Braid, *Neurhypnologie*, trad. du Dr Jules Simon. Paris, 1883.

(3) Dr Pierre Janet, *L'automatisme psychologique*, 3e édit. 1899, ch. I, pp. 12 et suivantes.

ou moins long. Si l'on déplace les membres, ils conservent la position qu'on leur a donnée. Si on leur imprime un mouvement, ils le répètent indéfiniment. L'opérateur fait-il lui-même un mouvement sans toucher le sujet, celui-ci imite ce mouvement ou prend la position de l'hypnotiseur. Il répète les paroles qu'il entend, sans les comprendre (écholalie).

Les modifications imposées au sujet tendent à se généraliser. Le corps tout entier s'harmonise avec l'attitude d'un membre. En modifiant les gestes on voit le sujet prendre successivement les poses plastiques propres à exprimer la joie, la douleur, la colère, l'amour, la terreur, la prière, l'extase, etc.

Enfin il arrive qu'au lieu de conserver l'immobilité cataleptique, le sujet, sous l'impulsion des attitudes et des émotions correspondantes, joue une scène complète en harmonie avec l'attitude qu'on lui a fait prendre. C'est l'acte le plus compliqué dont les cataleptiques soient capables.

Ces phénomènes ne sont pas purement physiologiques. Ils révèlent, comme l'a montré M. Pierre Janet, des opérations psychiques élémentaires.

Le sens que nous avons attribué précédemment au mot « conscience » ne nous permet pas de considérer, avec M. Janet, ces phénomènes comme les manifestations d'une conscience rudimentaire. Ce sera pour nous une manifestation rudimentaire des facultés inconscientes, de la sensibilité, du pouvoir de coordination, de la formation des idées et des images sous l'influence des mouvements, de la puissance motrice des idées. Les phénomènes propres à la catalepsie sont des exemples de suggestion par les mouvements et les attitudes.

Chez certains sujets dont l'inertie mentale n'est pas aussi complète, on peut y ajouter les effets de la suggestion verbale. C'est ce qui a permis à M. de Rochas de

réunir des documents extrêmement curieux sur l'art de la mimique, ce langage muet de l'esprit.

Son sujet est un modèle d'atelier, Mlle Lina, qui a la faculté de s'hypnotiser elle-même par la pression de points hypnogènes, et d'entrer en catalepsie. Mais elle reste sensible à la suggestion verbale et prend les attitudes passionnelles qu'on lui suggère, en lisant, par exemple, devant elle une scène de tragédie ou un monologue. Tout à fait étrangère aux études littéraires, elle a trouvé ou plutôt son inconscient a trouvé du premier coup, grâce à des aptitudes exceptionnelles, des effets cherchés pendant des années par nos grands acteurs. La permanence des attitudes ainsi suggérées a permis de les reproduire par la photographie et d'en former un recueil des plus précieux pour l'art dramatique et pour les peintres. M. de Rochas a fait, avec le même sujet, d'autres expériences non moins intéressantes dans lesquelles la musique, substituée à la suggestion verbale, détermine les attitudes et les mouvements (1). Rappelons à ce propos que Mesmer faisait jouer un rôle important à la musique dans le traitement de ses malades par le magnétisme. Il avait reconnu l'action des vibrations sonores, mais il était trop mauvais observateur pour en tirer des lois susceptibles d'une application méthodique.

L'état somnambulique offre un champ bien plus vaste à la suggestion. La personnalité somnambulique est une synthèse plus ou moins complète où peuvent entrer toutes les facultés dites sensorielles, la sensibilité, la faculté de coordonner les sensations et de percevoir leurs différences, autrement dit, le *sensorium commune* ; l'imagination, la mémoire, l'estimative, faculté d'appréciation ; la volonté sensible, principe de nos vouloirs sensibles, qu'il ne faut pas confondre avec le principe de nos vouloirs intellec-

(1) de Rochas, *Le sentiment, la musique et le geste*. Grenoble, 1900. Un vol. in 4° de 279 pages.

tuels. Cette volonté supérieure, qui seule détermine la responsabilité, manque dans la synthèse somnambulique. La raison n'intervient pas davantage dans les opérations mentales qui se manifestent pendant l'état hypnotique. L'inconscience est son caractère essentiel.

Le somnambule est donc un être incomplet, bien préparé à subir l'empire de la suggestion, c'est-à-dire, suivant la définition de M. Pierre Janet, « l'influence d'un homme sur un autre, qui s'exerce sans l'intermédiaire du consentement volontaire » (1). Il ne faut pas exagérer toutefois la puissance de la suggestion. Le somnambule conserve une certaine spontanéité qui lui permet de résister aux suggestions. Il ne perd pas toujours le souvenir de son état de veille, et l'on a vu des somnambules résister à des suggestions qui blessent leurs sentiments ou leurs croyances de l'état normal.

Ajoutons que les éléments psychologiques entrant dans la formation des synthèses somnambuliques sont très variables et que, par conséquent, ces synthèses et les personnalités qu'elles engendrent présentent elles-mêmes les plus grandes variétés et ne se ressemblent nullement entre elles.

Les somnambules suggestibles ont généralement perdu le souvenir de leur état de veille. Tout ce qui est étranger à l'objet de la suggestion n'existe plus pour eux. Ils sont prêts à accepter tout ce que leur hypnotiseur leur propose sous la forme d'actes à accomplir ou d'images promptes à se transformer en hallucinations.

Le champ des hallucinations provoquées est illimité. Rien de plus connu que les expériences plus ou moins sensationnelles où le sujet devient à volonté le jouet des hallucinations de la vue, de l'ouïe, de l'odorat, du toucher, du sens musculaire. On lui fait entendre des bruits, des chants, des orchestres complets ; on lui fait voir des

(1) P. Janet, *L'automatisme*, 1899, p. 140.

personnes absentes, des animaux, des tableaux de toute nature ; respirer le parfum des fleurs ; boire de l'eau claire qu'il prend pour des liqueurs délicieuses ; soulever des fardeaux imaginaires rendus pesants ou légers au gré de l'opérateur ; s'arrêter devant des obstacles qui n'existent pas, etc. Ou bien on supprime la sensibilité : il ne voit plus, il n'entend plus, ne sent plus que ce que le magnétiseur consent à lui laisser voir, entendre ou sentir. Il est anesthésié, mais l'anesthésie est purement psychique. C'est ce que MM. Binet et Féré ont appelé l'*anesthésie systématique*.

On suggère à une somnambule que M. X. a disparu. La somnambule ne peut plus le voir, en quelque endroit de la chambre qu'il se tienne. Mais si l'on pose un objet sur M. X., un chapeau par exemple, comme il n'est pas compris dans la suggestion, ce chapeau reste visible et paraît alors se tenir en l'air. Au contraire, si M. X. tire un mouchoir de sa poche, ce mouchoir demeure invisible comme lui (1).

M. de Rochas présente une bague à un sujet et lui dit que toute personne qui mettra cette bague à son doigt deviendra invisible. Il amène la personne qui a pris la bague, devant une fenêtre de manière à intercepter le jour. Le sujet ne la voit pas, mais il voit son ombre et cherche en l'air d'où cette ombre peut venir (2).

M. Pierre Janet dit à Lucie en somnambulisme que le Dr Powilewicz, alors présent, vient de sortir. « Au réveil, elle ne le voit plus et demande pourquoi il est sorti. Je lui dis de ne pas s'en inquiéter. Puis, me mettant derrière elle pendant qu'elle parle... je lui dis tout bas : « Lève-toi » et va-t'en donner la main au docteur ». La voici qui se lève, s'avance vers le docteur et lui prend la main ; cependant ses yeux continuent à le chercher. On lui demande ce

(1) Cité par P. Janet, *L'automatisme*, 1899, p. 274.
(2) de Rochas, *Les états superficiels de l'hypnose*, p. 115.

qu'elle fait et à qui elle donne la main; elle répond en riant : « Vous le voyez bien, je suis assise sur ma chaise » et je ne donne la main à personne. » Ramenée à sa place, Lucie n'eut aucun souvenir de s'être levée et d'avoir donné la main; mais elle se souvenait de tout le reste et en particulier de la disparition du docteur (1).

M. Bernheim suggère à une hypnotisée qu'elle ne le voit pas. Il la pique ; il relève sa robe. Elle ne voit et ne sent rien. Au réveil, elle a tout oublié. Alors, lui plaçant la main sur le front, il lui dit : « Vous allez vous souvenir de tout », et elle se souvient.

Ces exemples nous montrent que les anesthésies suggérées ne suppriment pas les sensations. Elles les font seulement passer du champ de la conscience dans celui de l'inconscient. La sensation de la douleur peut être abolie, comme les autres, ce qui a permis d'appliquer l'anesthésie suggérée à la pratique chirurgicale. Des opérations graves ont été faites avec succès, sur des malades hypnotisés. Grâce à la suggestion, on peut supprimer la douleur en laissant subsister les autres manifestations de la sensibilité générale. On a cité le cas d'une femme en état de somnambulisme, qui ne cessait de rire et de plaisanter pendant des couches laborieuses.

Si l'on suggère à un sujet qu'une pièce de cinq francs est placée sur le coin d'une table, il la voit apparaître en portant ses regards sur ce point. S'il regarde ailleurs, l'hallucination disparaît. L'image hallucinatoire vue de loin se rapetisse. Elle est moins nette que de près. Un prisme la dévie ; un prisme biréfringent la dédouble ; les lentilles l'agrandissent, la rapetissent ou la font paraître retournée. En un mot, elle paraît soumise à toutes les lois de l'optique.

Mais les instruments d'optique ne peuvent pas modifier l'image d'un objet qui n'existe pas. C'est encore une illu-

(1) P. Janet, *loc. cit.*, p. 277

sion systématique, que MM. Binet et Féré ont expliquée par la théorie du point de repère (1). L'hypnotisé s'arrange pour associer l'image hallucinatoire à un objet réel placé dans son champ visuel. Les instruments d'optique, en modifiant l'image de cet objet, donnent au sujet l'idée d'une modification correspondante de l'image hallucinatoire. On le déroute complètement, si l'on fait l'expérience dans l'obscurité. Il n'a plus de point de repère et attribue aux instruments des propriétés de pure fantaisie.

Voici une autre forme de l'hallucination à point de repère. On montre par suggestion à un sujet endormi un portrait sur une carte blanche. On mêle cette carte à d'autres semblables, après y avoir fait une marque très légère pour la reconnaître. Si alors on demande au sujet de retrouver le portrait qu'il a vu, il vous présente sans se tromper la même carte blanche et l'hallucination se renouvelle. L'image hallucinatoire s'y trouvait attachée par le moyen d'un point de repère inconscient, consistant en une tache imperceptible qui n'avait pas échappé au personnage somnambulique. Mais pour rester dans l'ordre de la suggestion, il ne parle pas de cet artifice, à moins qu'on ne le lui fasse avouer, par le moyen d'une autre suggestion (2).

Les hallucinations de la vue donnent lieu à un phénomène particulièrement intéressant. On donne à regarder au sujet une feuille de carton au milieu de laquelle est un point rouge. On lui suggère que le point rouge a disparu. Il continue à le voir, comme une image consécutive, sous sa couleur complémentaire. L'anesthésie provoquée détermine donc un état particulier de la rétine conforme à ce qui se passerait si le point rouge avait réellement disparu.

On suggère à un hypnotisé qu'il voit un disque rouge

(1) Binet, *Les altérations de la personnalité*. Paris, 1892, p. 252.
(2) Id., *loc. cit.*, p. 255.

sur un fond blanc, puis qu'on enlève le disque rouge. Si l'hallucination est faible, il ne voit plus que du blanc ; si elle a été suffisamment intense, le sujet voit apparaître un disque vert, couleur complémentaire du rouge, comme cela se produit normalement pour les images consécutives. Mais ici il ne peut être question d'image consécutive, puisque le disque rouge n'avait pas d'existence réelle. Cela prouve qu'une hallucination n'est pas seulement psychique et n'intéresse pas seulement les centres nerveux, mais que les organes périphériques y participent physiologiquement.

L'hallucination peut être le point de départ de phénomènes beaucoup plus complexes. On donne au sujet une idée initiale ; son esprit la développe et il la réalise par une série d'actes mêlés d'hallucinations qu'il se suggère à lui-même.

On peut arriver à modifier complètement, par ce moyen, la personnalité du somnambule. Vous lui dites qu'il est soldat, il entonne un chant de bravoure et croit commander à ses troupes; qu'il est prêtre, il prend un air modeste et tient le langage qui convient à son état ; qu'il fait froid, il grelotte ; qu'il fait chaud, il s'essuie le front. Si vous le priez d'écrire, son graphisme varie avec le personnage suggéré. Il traduit très bien les états émotionnels du rôle qui lui est imposé, l'agitation ou le calme, la froideur ou l'enthousiasme, le découragement ou la joie, la patience ou la colère. Il exprime la maladresse résultant de l'âge, de la maladie ou du défaut de culture. Certains traits du caractère fictif sont parfois très bien rendus, l'orgueil, l'avarice par exemple. Mais à côté de cela on trouve des incohérences graphologiques. Un maréchal-ferrant écrit comme un artiste, un artiste comme un goujat; construire un caractère logique et bien coordonné est au-dessus des forces de la plupart des sujets. On n'a pas étudié ce que serait capable de faire un graphologue instruit et bon psychologue sous l'influence de l'hypnotisme. Dans tous les cas, les expériences de M. Charles Richet et du colonel

de Rochas confirment ce que la graphologie nous apprend touchant les rapports étroits du caractère et de l'écriture, puisque l'idée seule d'un personnage fictif transforme immédiatement l'écriture de l'hypnotisé conformément aux principes de la graphologie (1).

En examinant avec attention les graphismes d'un sujet en état d'hypnose, on y découvre assez facilement l'empreinte de sa personnalité normale. Si, par exemple, la vulgarité est le fond de son caractère, elle se manifeste toujours par quelque trait révélateur et par l'absence des signes de la haute culture intellectuelle. En un mot, les éléments essentiels du caractère ne sont pas détruits par l'hypnose et la personnalité normale persiste au milieu de ses ruines passagères, toute prête à se reconstituer.

Résumons le processus de la suggestion. Une parole, un geste, un acte de l'hypnotiseur provoque dans l'esprit de l'hypnotisé une image, une idée, une perception qui déterminent une série d'hallucinations ou d'actes, lesquels ne sont que le développement de l'idée initiale. Le sujet s'auto-suggestionne. Le phénomène commence par une suggestion et se termine par une auto-suggestion. Il est parfaitement subjectif et il ne saurait être question d'une action directe, plus ou moins merveilleuse, de l'hypnotiseur sur la volonté du sujet, comme on l'a prétendu très inexactement. La volonté ne figure pas dans le tableau, où il n'y a que de l'automatisme inconscient. L'hypnotiseur fournit les motifs. Le sujet les réalise avec une ponctualité merveilleuse. Il y emploie les artifices les plus ingénieux, comme nous l'avons vu par les exemples d'hallucinations à point de repère. On serait tenté de dire qu'il emploie la ruse Mais l'hypnotisé n'a pas la pensée qu'il trompe. Ce n'est pas une personnalité morale. L'inconscience entraîne l'irresponsabilité. Tout au plus met-il parfois de la com-

(1) de Rochas, *Les états superficiels de l'hypnose*, 1893. Ch. Richet, *L'homme et l'intelligence*, 1884.

plaisance à réaliser la suggestion, poussé par un sentiment de sympathie élective qui s'établit assez vite entre l'opérateur et le patient et par le désir, qu'a ce dernier, d'être agréable à son magnétiseur.

A la théorie du point de repère on peut rattacher les suggestions dites à échéance fixe, dont voici le thème. On endort un sujet et on lui donne une suggestion qu'il devra exécuter dans quinze jours, à telle heure. C'est le point de repère. Puis on le réveille. Il a complètement oublié le commandement reçu pendant son sommeil. Mais au bout de quinze jours, à l'heure dite, il accomplit l'acte indiqué. A ce moment l'état du sujet est variable. Tantôt il a conscience de ce qu'il fait, mais ne sait pas pourquoi il le fait. Tantôt, au moment de l'exécution, le sujet retombe en somnambulisme, accomplit la suggestion automatiquement et n'en garde aucun souvenir.

Dans l'intervalle de temps qui sépare la suggestion de l'exécution, le souvenir de l'ordre donné est resté à l'état latent pour se réveiller au moment voulu. Nous avons déjà vu ce calcul inconscient du temps écoulé se produire pendant le sommeil naturel.

On peut constater expérimentalement que le souvenir inconscient persiste bien dans l'esprit du sujet pendant l'intervalle qui précède l'exécution. M. Bernheim dit à un sujet endormi : « Jeudi prochain, dans cinq jours, vous prendrez le verre qui est sur la table de nuit et vous le mettrez dans la valise qui est au pied de votre lit. » Trois jours après, l'ayant endormi de nouveau, il lui dit : « Vous rappelez-vous ce que je vous ai ordonné ? » La somnambule répond : « Oui, je dois mettre le verre dans ma valise, jeudi matin à huit heures. — Y avez-vous pensé depuis que je vous l'ai dit ? — Non. — Rappelez-vous bien. — J'y ai pensé le lendemain matin, à onze heures. — Étiez-vous éveillée ou endormie ? — J'étais assoupie (1). »

(1) Bernheim, *De la Suggestion*, p. 174.

Ces exemples nous révèlent des phénomènes de mémoire particuliers à l'état somnambulique. Au réveil, le sujet oublie ce qui s'est passé pendant son sommeil. Mis de nouveau en somnambulisme, il se souvient de ce qui s'est passé pendant son somnambulisme antérieur. Une personne en somnambulisme garde généralement le souvenir complet de tout ce qui lui est arrivé pendant l'état de veille.

Telle est la règle. Il y a des exceptions. On peut suggérer au sujet de se souvenir au réveil. Par une simple affirmation, M. Bernheim a toujours réussi à évoquer chez ses sujets éveillés le souvenir de toutes les impressions subies pendant le sommeil. Il suffit de leur dire : « Vous allez vous souvenir de tout ce que vous avez fait, de tout ce que vous avez dit pendant que vous dormiez. » Par l'occlusion des paupières, on obtient ce même résultat. M. Bernheim demande à un enfant ce qu'il a fait et ce qu'il a dit pendant son sommeil. L'enfant a tout oublié. Il lui ordonne de fermer les yeux. L'enfant se rappelle tout. Il lui dit : « Ouvre les yeux ». Le sujet a de nouveau tout oublié. On voit souvent des gens éveillés fermer les yeux ou regarder en l'air, quand ils cherchent à se rappeler quelque chose. C'est un moyen de se recueillir et de supprimer les images antagonistes, venant du dehors, qui font opposition aux images intérieures.

En réveillant brusquement les sujets pendant qu'ils accomplissent un acte commandé, ils peuvent se rappeler l'acte qu'ils étaient en train d'exécuter. De même, nous nous souvenons surtout de nos rêves qui sont brusquement interrompus par le réveil. Rappelons-nous aussi la persistance, au réveil, des hallucinations hypnopompiques, et ce que nous avons dit des rêves qui se poursuivent pendant plusieurs nuits de suite.

La mémoire somnambulique est plus étendue que la mémoire de l'état de veille. MM. Bourru et Burot suggèrent à Jeanne qu'elle est à l'âge de six ans, de dix ans,

puis de quinze ans. Elle reproduit des phases de sa vie correspondant à chacun de ces âges. Ramenée à l'âge de quinze ans, elle se rappelle et écrit des dictées qu'elle a faites à l'école. Au réveil, elle est très étonnée d'avoir pu écrire des choses qu'elle croyait avoir tout à fait oubliées (1).

M. de Rochas a reporté par suggestion tous ses sujets à l'époque où ils apprenaient à lire à l'école. Tous lui ont dit, sans hésiter, les noms de leurs maîtres et le nombre des élèves de leurs diverses classes, renseignements qui ont été reconnus exacts et qu'ils ne pouvaient lui donner qu'en partie à l'état de veille.

M. Pierre Janet a émis l'opinion que ces rappels de mémoire étaient liés à des états de sensibilité. En effet, il suffit de suggérer à un sujet une attitude, une contracture, un état de sensibilité particulier qu'il avait à tel ou tel âge, pour lui faire revivre, en quelque sorte, la période correspondante de son existence (2). Par le même moyen on ramène un sujet éveillé à une phase déterminée de somnambulisme.

Une autre conclusion à tirer des exemples qui précèdent, c'est que l'oubli est relatif. Si un souvenir manque à une synthèse psychologique correspondant à un certain état, il se retrouve dans une autre synthèse et dans un autre état. Les souvenirs oubliés à l'état normal peuvent demeurer latents dans les profondeurs de l'inconscient jusqu'à ce qu'on les réveille par une suggestion hypnotique. La personnalité somnambulique qui les comprend dans sa synthèse psychique, peut persister pendant l'état de veille et coexister avec la personnalité normale. C'est ce que montre une expérience de M. Gurney. On endort un sujet et on lui lit une pièce de poésie, puis on le réveille. Il a tout oublié. Alors on lui fait poser la main sur une

(1) Bourru et Burot, *Changements de personnalité*, p. 152.
(2) P. Janet, *L'automatisme*, 1899, p. 159.

planchette à écriture automatique. On donne ce nom à un petit instrument consistant en une planchette légère portée sur trois roulettes très mobiles qui lui servent de pied et traversée par un crayon, maintenu verticalement, dont la pointe repose sur une feuille de papier. Si la planchette se déplace, le crayon enregistre tous ses mouvements sous la forme d'un trait continu. Le sujet éveillé a donc posé la main sur cet appareil. Il s'entretient avec les personnes présentes, et voici que l'instrument se met en mouvement. Sous l'impulsion que lui donne inconsciemment la main du sujet, il écrit précisément la pièce de vers lue un instant auparavant au sujet endormi. Sa personne somnambulique en avait conservé le souvenir et c'est elle qui fait manœuvrer la planchette à l'insu de la personnalité normale. Le sujet est parfaitement convaincu qu'il est étranger à ce qui se passe. Il lui semble que la planchette marche automatiquement et que sa main la suit.

Si vous voulez vous convaincre du rôle joué par la personne somnambulique, vous n'avez qu'à endormir de nouveau le sujet et à l'interroger. Il vous dira que c'est lui qui vient d'écrire et se souviendra parfaitement de la pièce de vers oubliée à l'état de veille (1).

La suggestion donne une ampleur extraordinaire aux phénomènes par lesquels on constate l'action du moral sur le physique. On sait combien la médecine suggestive est puissante dans les troubles fonctionnels du système nerveux ; mais les conséquences de cette action, comme l'a fait remarquer Wundt, s'étendent bien au delà des effets fonctionnels immédiats et de nombreuses maladies ont trouvé, dans l'hypnotisme, une méthode puissante de médication. Je ne veux pas m'étendre sur ce sujet. Je me contenterai de citer quelques-uns des effets de la suggestion sur une fonction importante de l'organisme, la circulation.

(1) PROCEEDINGS OF THE SOCIETY FOR PSYCHICAL RESEARCHES, 1887, p. 294.

En ralentissant ou en activant la circulation, on produit un abaissement ou une élévation de la température qui peut varier de plusieurs degrés. Le Dr Burot a abaissé par suggestion la température d'une main de 10°. Il suppose que le mécanisme employé est la constriction de l'artère brachiale au-dessous du biceps. Mais comment se peut-il, demanderons-nous avec M. Burot, que lorsqu'on dit simplement au sujet : « Votre main va se refroidir », le système nerveux vaso-moteur réponde par une constriction de l'artère convenable pour obtenir l'effet demandé ? Aucune explication ne se présente à l'esprit. Constatons simplement que l'activité inconsciente de l'âme accomplit avec une précision merveilleuse ce que la volonté consciente est incapable de réaliser. N'en est-il pas de même de toutes les opérations vitales, aussi mystérieuses et non moins merveilleuses que les phénomènes de suggestion ?

Le Dr J. Rybalkin, de Saint-Pétersbourg, s'adressant au sujet Macark qu'il a hypnotisé, lui tient ce langage : « Quand vous vous éveillerez, vous aurez froid ; vous irez vous chauffer au poêle ; vous vous brûlerez le bras sur la ligne que j'ai tracée. Cela vous fera du mal. Une rougeur apparaîtra sur votre bras. Il enflera, il y aura des ampoules. »

Voilà un programme assez compliqué. Voyons comment il est rempli.

Éveillé, le sujet obéit. Il pousse un cri de douleur en touchant la porte du poêle qui n'était pas allumé. Ce n'est pas une simple comédie. Quelques minutes après, une rougeur apparaît à la place indiquée. On lui place un bandage et le malade va se coucher. Trois heures après, il y avait une enflure considérable et érythème à papules à l'endroit de la brûlure. Le lendemain, à 10 heures, des ampoules couvraient la place de la brûlure. A 3 heures, elles se réunissaient en une seule qui, le soir, creva laissant échapper un liquide jaunâtre. Il resta à la place une

plaque ulcérée. Au bout de quinze jours, on ne voyait plus qu'une marque rouge (1).

Il résulte d'expériences plusieurs fois répétées sur différents sujets, que l'on peut provoquer par suggestion des congestions sanguines sur un point déterminé. M. le Dr Bourru trace sur les deux avant-bras du sujet Louis V., le nom de ce jeune homme avec une pointe mousse. Puis il le met en somnambulisme et lui dit : « A quatre heures, ce soir, tu t'endormiras et tu saigneras du bras, sur cette ligne que je viens de tracer. » A quatre heures, on le vit s'endormir. Au bras gauche, les caractères se dessinent en relief et en rouge vif et quelques gouttes de sang perlent en plusieurs endroits.

Le Dr Mabille, directeur de l'Asile des aliénés de Lafond, près de La Rochelle, eut l'occasion d'observer le même sujet quelque temps après. Il renouvela les mêmes expériences et constata de plus que, dans un accès de somnambulisme, Louis V. se suggéra à lui-même les stigmates hémorragiques.

On a expliqué ce phénomène par le dermographisme. Certaines personnes ont la peau si sensible qu'en y appliquant un objet ou bien en y traçant des lignes, des lettres par exemple, avec une pointe mousse on fait naître, à la surface du tégument, des saillies œdémateuses, entourées de rougeurs qui reproduisent les contours de l'objet, les lignes ou les lettres, aux points où l'on avait fait les applications ou les tracés. Quand la congestion est assez intense, il sort du sang des marques produites. On attribue le dermographisme à l'excitabilité nerveuse et à l'irritation vaso-motrice. Mais dans le cas de Louis V. cette explication est insuffisante. La suggestion et l'auto-suggestion ont manifestement dirigé les effets du dermographisme.

Le Dr Biggs, de Lima, a observé trois cas du même genre où l'on constate l'action combinée du dermogra-

(1) REVUE DE L'HYPNOTISME, juin 1890, p. 361.

phisme et de la suggestion. Ils ont été publiés par le JOURNAL DE LA SOCIÉTÉ DES RECHERCHES PSYCHIQUES DE LONDRES (1). Voici le plus intéressant :

« C'était à Sainte-Barbe en Californie. J'habitais cette ville en 1879 avec un ami, M. G. chimiste, qui y résidait depuis longtemps. Sa femme avait, avec elle, une jeune fille d'environ dix-huit ans, moitié servante, moitié amie, qui se plaignit à moi, un jour, d'une douleur dans la poitrine. Sans qu'elle sût ce que je voulais faire, j'essayai du magnétisme ; elle tomba en un sommeil profond en quelques minutes. J'essayai avec ce sujet diverses expériences intéressantes dont je ne parlerai pas. Un jour, je la magnétisai comme d'ordinaire et lui dis tout bas (j'avais remarqué qu'elle était plus influençable de cette façon que quand je parlais de ma voix ordinaire) : « Chaque vendredi » (suggestion à échéance fixe), « vous aurez une croix rouge » qui apparaîtra sur le haut de la poitrine. Au bout de » quelque temps les mots *sancta* en dessous et *crux* en » dessus, apparaîtront aussi ; en même temps, un peu de » sang sortira de la croix. » Dans la poche de ma veste, j'avais une croix de cristal de roche. Je déboutonnai le premier bouton de sa robe et je plaçai cette croix en haut du manubrium, endroit qu'elle ne pouvait voir sans glace, et je lui dis : « Voilà l'endroit où la croix apparaîtra. »

» C'était un mardi. Je demandai à Mme G. de surveiller la jeune fille et de me dire si quelque chose semblait la gêner. Le lendemain, Mme G. me dit qu'elle avait vu plusieurs fois la jeune fille mettre son poignet gauche sur le haut de sa poitrine, par dessus ses vêtements, comme si elle sentait quelque chatouillement ou irritation, mais qu'elle n'avait remarqué rien d'autre; elle semblait mettre sa main là inconsciemment. Quand vint vendredi, je dis, après déjeûner : « Allons, laissez-moi vous magnétiser un » peu ; voilà plusieurs jours que vous n'avez pas eu votre

(1) Mai 1887, pp. 100 à 105.

» dose de magnétisme. » Elle acceptait toujours volontiers, car elle disait toujours se sentir bien reposée et à son aise après. Quelques minutes et elle dormait profondément. Je déboutonnai le haut de la robe et, à ma profonde stupéfaction, je vis une croix rose exactement à l'endroit où j'avais posé celle de cristal. Elle apparut chaque vendredi et fut visible les autres jours. Elle fut vue par M. et Mme G. et mon vieil ami et collègue, le Dr B., qui avait pris un grand intérêt à mes expériences de magnétisme et suggéra souvent ce qu'il voulait voir essayer. Six semaines environ après l'apparition de la première croix, j'eus l'occasion de faire un tour aux îles Sandwich. Avant de partir, je magnétisai la jeune fille et lui dis que la croix continuerait à se montrer chaque vendredi pendant environ quatre mois. Je comptais que mon tour dans les îles durerait environ trois mois. Et cette suggestion avait pour but d'empêcher que la jeune fille ne fût affligée toute sa vie peut-être de l'étrange apparition de cette marque, dans le cas où quelque chose m'arriverait et où je serais empêché de la revoir. Je demandai aussi au Dr B. et à M.G. de m'écrire par chaque courrier pour Honolulu et de me dire si la croix continuait à apparaître chaque vendredi, et d'avoir bien soin de noter les changements, s'il y en avait, tels que les exsudations de sang ou l'apparition des mots *Sancta crux*. J'étais assez curieux de savoir si la distance entre le sujet et moi, plus de 2000 milles, ferait une différence dans l'apparition de la croix. Pendant que j'étais aux îles Sandwich, je reçus deux lettres de M.G. et une du Dr B. par trois courriers différents, chacune me disant que la croix avait toujours la même apparence : on avait vu du sang une fois et aussi une partie de la lettre S au-dessous de la croix, et c'était tout. Je revins un peu avant les trois mois. La croix apparaissait encore tous les vendredis et cela dura encore environ un mois, pendant lequel elle devenait de plus en plus pâle et enfin

invisible. Cela faisait, aussi exactement que possible, quatre mois depuis mon départ pour les îles Sandwich (1). »

Le thème des deux autres expériences est à peu près le même. Dans la première, la croix fut tracée simplement avec le doigt ; dans la seconde, par l'imposition de la croix de cristal.

M. Myers, à qui j'emprunte le récit qui précède, cite encore une observation du Dr R. Von Krafft-Ebing, qui vient à l'appui de la précédente. Ayant appliqué une paire de ciseaux entre les omoplates du sujet, il ordonna la production de taches rouges sans démangeaisons, douleur ou inflammation. Du 24 février au 3 mai 1888, l'image des ciseaux en forme de K se dessina lentement, colorée en rouge par suite d'hyperhémie (2).

Les expériences bien connues de M. Focachon, qui, appliquant un timbre-poste sur la peau d'un sujet hypnotisé, déterminait par simple suggestion l'effet d'un vésicatoire, rentrent dans la même catégorie que les précédentes.

L'influence du dermographisme est plus douteuse dans l'observation suivante du Dr Jendrassik. Un K en relief est appliqué sur l'épaule gauche du sujet Irma, anesthésique du côté droit. Au bout de quelques heures une ampoule en forme de K, avec contour très net, parut à l'endroit correspondant du côté droit. Le nouveau K n'était pas la reproduction exacte de l'original. Il était à peu près de la même grandeur, mais d'un type tout à fait différent, d'une autre écriture. Cette observation nous montre, outre le phénomène de transfert de l'état d'une partie du corps à une autre partie symétrique, fréquent chez les somnambules hystériques, un exemple d'interprétation de la suggestion par l'inconscient somnambulique (3).

(1) Myers, *De la conscience subliminale*, dans ANNALES DES SCIENCES PSYCHIQUES, 1898, p. 112.
(2) Id., *loc. cit.*, p. 119.
(3) Id., *loc. cit.*, p. 120.

M. Pierre Janet a obtenu les mêmes effets, sans aucune application, par simple suggestion. « Je dis un jour à Rose, qui souffrait de contractures hystériques à l'estomac, que je lui plaçais un sinapisme sur la région malade, pour la guérir. Je constatai, quelques heures plus tard, une marque gonflée, d'un rouge sombre, ayant la forme d'un rectangle allongé, mais, détail singulier, dont aucun angle n'était marqué, car ils semblaient nettement coupés. Je fis la remarque que son sinapisme avait une forme étrange. « Vous ne savez pas, me dit-elle, que » l'on coupe toujours les angles des papiers Rigollot, pour » que les coins ne fassent pas mal. » L'idée préconçue de la forme du sinapisme avait déterminé la dimension et la forme de la rougeur. J'essayai alors, un autre jour, de lui suggérer que je découpais un sinapisme en forme d'étoile à six branches. La marque rouge avait exactement la forme que j'avais dite. Je commandai à Léonie un sinapisme sur la poitrine, du côté gauche en forme d'un S, pour lui enlever de l'asthme nerveux. Ma suggestion guérit tout à fait la maladie et marqua sur la poitrine un grand S, tout à fait net (1). » L'interprétation donnée par Rose à la forme d'un sinapisme, dont elle supposait les angles coupés, confirme l'observation ci-dessus du Dr Jendrassik, et le rôle de l'auto-suggestion dans ces curieux phénomènes.

L'exaltation de la sensibilité chez les hypnotisés favorise singulièrement leur faculté d'adaptation aux suggestions voulues ou inconscientes de l'expérimentateur. La dissociation des facultés sensorielles produit un résultat analogue à la distraction. En concentrant notre attention sur certaines perceptions, il arrive qu'elles gagnent en netteté et en intensité ce que les autres perdent par défaut d'attention. De même, l'hypnose éteint ou éveille certaines facultés. L'anesthésie des unes favorise

(1) *L'automatisme psychologique*, p. 166.

l'hyperesthésie des autres, sur lesquelles se concentrent l'énergie et l'activité vitales. Dans ces conditions la vue, l'ouïe, l'odorat, le goût, le toucher acquièrent une telle subtilité que beaucoup de choses qui échappent à l'hypnotiseur, peuvent être perçues par le sujet. Mais alors les rôles sont changés. Il n'y a plus d'autre observateur que le sujet lui-même ; de là de nombreuses causes d'erreur résultant, soit de l'ignorance des sujets, soit de leurs illusions dues à l'état hypnotique, soit enfin de la suggestion. Il suffit que l'expérimentateur arrive avec quelque idée préconçue et la laisse deviner, pour que le sujet s'empresse de la réaliser et nous savons avec quelle dextérité il s'aquitte de ce rôle.

Des sensitifs viennent nous dire qu'ils perçoivent dans l'obscurité des effluves lumineux, s'échappant des pôles d'un aimant, d'une bobine d'induction, du corps humain, des animaux, des plantes, des minéraux. Ces effluves émettraient des lueurs diversement colorées, en bleu ou en rouge, suivant la place qu'ils occupent suivant le pôle dont ils s'échappent. D'où l'on a tiré la conclusion que tous les corps donnant lieu à ce phénomène sont polarisés et dégagent un fluide particulier, dont les sensitifs prétendent subir les effets physiologiques, contractures, anesthésies, sommeil hypnotique, etc. C'est ce qui résulterait des expériences du Bon de Reichenbach, du colonel de Rochas, du Dr Baréty et d'autres (1).

Certains sujets éprouvent des effets analogues au contact des métaux, du verre, du bois, des résines. On a vu des congestions vasculaires, accompagnées de douleur et de tremblements, se produire au contact de lames de zinc, de cuivre, de platine et l'or déterminer des brûlures avec phlyctènes et plaies consécutives. Des médicaments et des substances toxiques renfermés dans des flacons bien bouchés à la lampe, ont produit, même à distance, leurs effets ordinaires sur des sujets hypnotisés.

(1) de Rochas, *Extériorisation de la sensibilité*, 1893, ch. I.

Ces expériences donnent les résultats les plus irréguliers. Chaque sujet a une manière de sentir qui lui est propre, et le même sujet varie souvent. Chaque sensitif a aussi sa manière à lui de réagir sous l'influence des divers excitants. L'un voit rouge ce qu'un autre ou lui-même a vu bleu la veille. L'un est impressionné par les aimants, un autre par les métaux ; celui-ci par l'or, celui-là par le platine. Chez l'un la réaction se traduit par une contracture, chez un autre par une congestion. Il n'y a de constant que l'extrême sensibilité de certains sujets sous l'influence de l'hypnose, et de certain que la part très grande de la suggestion, de l'auto-suggestion et de l'idéoplastie dans toutes leurs réactions.

Les sujets de M. le colonel de Rochas lui ont appris des choses fort extraordinaires sur ce qu'il a appelé, d'après leurs témoignages, l'extériorisation de la sensibilité. Des sensitifs prétendent que, pendant le sommeil hypnotique, la sensibilité disparaissant de la surface de leur corps est répartie extérieurement dans des zones qui les enveloppent et se succèdent à des intervalles de 6 à 7 centimètres, jusqu'à une distance de 2 à 3 mètres. Un pincement produit dans une des zones sensibles est ressenti comme s'ils étaient pincés à la peau (1).

Ce n'est pas tout. Des objets ou des substances mises en contact avec les zones sensibles s'imprégneraient de la sensibilité du sujet, qu'elles conservent un certain temps. C'est ce que M. de Rochas appelle l'envoûtement (2), phénomène déjà connu des anciens occultistes.

Si l'on pince l'eau contenue dans un verre imprégné de sensibilité, le sujet prétend qu'on l'a pincé. Il subit les effets physiologiques des substances médicinales mises en dissolution dans l'eau sensibilisée. Les parties détachées du corps du sujet, les cheveux, le sang, la sueur, les rognures

(1) de Rochas, *L'Extériorisation de la sensibilité*, p. 53.
(2) *Loc. cit.*, p. 75.

d'ongles, les déjections se comportent comme les objets sensibilisés.

M. de Rochas fait une statuette en cire à modeler, et, après l'avoir placée devant un sujet extériorisé, il la pique à la tête et aux pieds. La piqûre est sentie par le sujet, dans le haut et dans le bas de son propre corps.

Il implante dans la tête de la statuette une mèche de cheveux coupée au sujet pendant son sommeil. Le sujet éveillé ignore cette opération. « Je me plaçai hors de sa vue, écrit l'auteur de ces étranges observations, et je tirai les cheveux fixés dans la cire. Immédiatement le sujet se retourna en disant : « Mais qui est-ce qui me tire les cheveux ? »

Une plaque photographique s'imprégnerait des effluves de la personne photographiée sur cette plaque.

M. de Rochas a endormi Mme Lux. Il l'extériorise. Il charge une plaque photographique de ses effluves en plaçant le châssis qui la renferme entre ses mains, puis en le promenant latéralement devant son corps. Le châssis est introduit dans la chambre noire et l'on impressionne la plaque. La pose dure 20 secondes. Un opérateur, M. B. fait le développement, à 100 mètres de là. Mme Lux sent, à distance, que M. de Rochas touche la plaque. Le développement terminé, M. de Rochas donne un coup d'épingle sur la gélatine, à l'endroit où se trouve l'image d'une des mains. Il pique au hasard, sans regarder. « Le sujet, dit-il, ignorait encore plus que moi où allait se produire la déchirure. Le sujet s'évanouit. Quand Mme Lux revint à elle, une raie rouge et une légère dépression de la peau apparaissent à l'endroit correspondant à la déchirure de la gélatine. Le stigmate augmente d'intensité à vue d'œil (1). »

Un des sujets de M. de Rochas, Laurent, jeune homme intelligent, instruit, préparant sa licence ès lettres, a pu

(1) *Loc. cit.*, p. 104.

rendre compte de ses impressions, grâce à la suggestion qui lui avait été donnée de se souvenir au réveil.

Il raconte qu'il a vu des zones de sensibilité faiblement lumineuses se former autour des parties magnétisées de son corps, et qu'un pincement produit dans l'une de ces zones est vivement ressenti par lui.

« Que j'éprouve, écrit-il, la sensation susdite, quand la main de M. de Rochas agit sur une des couches *a*, *b*, *c*, etc., cela est indéniable; mais quel rôle joue ici la suggestion? Un rôle très grand, je crois.

» En effet, si je ferme les yeux tandis que M. de Rochas parcourt, en pinçant le vide, la distance entre la peau et la couche sensible *c*, qui est la plus éloignée, j'avoue franchement que j'*imagine* plutôt la sensation que je ne l'éprouve. Elle est supposée et non éprouvée. Seulement, dès que je rouvre les yeux, elle redevient parfaitement consciente, plus faible en *c* qu'en *b* et en *b* qu'en *a* (1). »

Le sujet fait remarquer ensuite qu'il devrait sentir également les yeux fermés et les yeux ouverts. « C'est, dit-il, à la suggestion assurément qu'il faut demander la cause de cette irrégularité. »

Cette explication ne laisse aucun doute. La sensation est bien le résultat d'une auto-suggestion et d'une hallucination à point de repère. Quand le sujet ferme les yeux, le point de repère disparaît et l'auto-suggestion cesse.

En effet, Laurent est facilement hallucinable. « Si M de Rochas m'ordonne, alors qu'il est derrière moi, de le voir en chair et en os, dans le fauteuil qui me fait vis-à-vis, l'hallucination est complète. Je vois, je touche en effet une personne vivante, et la sensation n'est pas plus nette quand M. de R. s'assied lui-même dans le fauteuil (2). »

Si l'hallucination peut produire une illusion aussi complète, comment le sujet pouvait-il distinguer ce qu'il y avait

(1) *Loc. cit.*, p. 141.
(2) *Loc. cit.*, p. 153.

de vrai ou d'imaginaire dans les expériences qui précèdent?

Amené à un état plus profond de l'hypnose, Laurent ne se souvient plus au réveil. Mais il répond quand on l'interroge endormi.

Il voit, dit-il, la sensibilité extériorisée se localiser de chaque côté de son corps. Puis elle se condense en deux nuées faiblement lumineuses, l'une bleuâtre, à droite, l'autre rougeâtre, à gauche. Ces nuées représentent grossièrement le profil de son corps. Quand il soulève un bras, un renflement apparaît à la nuée du côté correspondant.

Dans un état plus profond, les deux nuées se réunissent en un seul fantôme, mi-partie rouge et bleu, qui devient le lieu de la sensibilité extériorisée. Le fantôme ainsi produit a toutes les apparences de la réalité. Laurent le voit se refléter dans une glace (hallucination à point de repère). Il a une tendance à s'éloigner du sujet. Il parcourt la maison, les chambres, les escaliers, les jardins. Laurent le suit avec inquiétude. Il éprouve un malaise extrême de son éloignement. Quand il le perd de vue, il se sent défaillir. Sur l'ordre du magnétiseur, il le ramène à lui et se trouve soulagé.

Un jour, Laurent endormi et électrisé, à l'aide d'une machine Wimshurst, voit son double poursuivi par des flammes en forme de têtard, de queue de serpent. Elles viennent se coller au sujet et le lécher en passant. Il est très affaibli. M. de Rochas lui suggère que ce sont des larves. Laurent est de plus en plus troublé, etc.

M. de Rochas croit à la réalité objective de tous ces phénomènes. Frappé de la régularité avec laquelle ils se reproduisent pendant une suite de séances, il conclut ainsi :

« Quand on n'a pour garant de la réalité des phénomènes que le témoignage d'une seule personne, on ne peut donner de la valeur à ce témoignage, qu'en montrant son invariabilité. »

J'avoue ne pas attacher la même importance que M. de

Rochas à la régularité et à l'invariabilité du phénomène. Tout le monde sait que les mêmes états hypnotiques ramènent les mêmes états psychiques, par suite des rappels de mémoire dont nous avons précédemment parlé. On a vu des dormeurs, dans le sommeil naturel, continuer le même rêve ou le recommencer pendant plusieurs nuits de suite. Les visions du sujet Laurent ne sont vraisemblablement pas autre chose que des rêves hypnotiques, suggérés par son magnétiseur.

C'est une base bien fragile pour créer une théorie nouvelle de la sensibilité. La sensibilité ne s'extériorise pas plus que le système nerveux dont elle est inséparable. Elle a son siège dans les centres nerveux, quelle que soit d'ailleurs la cause interne ou externe qui la provoque.

Les exemples qui précèdent ont cela d'intéressant qu'ils nous font assister à la genèse d'une théorie. L'hypothèse des effluves a suggéré l'idée que quelque chose s'extériorise. Ce quelque chose s'est objectivé, a grandi, est devenu le fantôme des vivants, qui ne diffère pas probablement du corps astral des occultistes ou du périsprit des spirites. Voilà comment naissent souvent les doctrines et les systèmes, de la collaboration du conscient et de l'inconscient, de ceux qui dorment avec ceux qui ne dorment pas.

Il y a une autre conclusion à tirer de ces expériences. Si le sujet Laurent, ou Mme Lux ont subi les suggestions de leur hypnotiseur, elles ne leur ont point été données verbalement ni consciemment. Il y aurait là un phénomène spécial à éclaircir.

L'explication la plus simple serait celle-ci. Les sujets avaient eu connaissance des théories de M. de Rochas sur les effluves et des hypothèses qu'il était enclin à en tirer. Ils en ont déduit les conséquences. Une fois entrés dans cette voie, ils ont pu être dirigés par l'hypnotiseur lui-même à son insu.

En effet, la suggestion ne résulte pas seulement d'une communication verbale du magnétiseur, mais souvent

aussi d'une manifestation inconsciente de la pensée de ce dernier, saisie, interprétée et réalisée par l'hypnotisé. Par d'ingénieuses expériences, M. Féré a montré que toutes les opérations psychiques ont nécessairement un équivalent moteur ; qu'il est impossible, comme dit M. Stricker, d'avoir la représentation mentale d'un mot ou d'une lettre, sans qu'il se fasse un mouvement approprié dans les muscles qui servent à l'expression de ce mot ou de cette lettre (1).

M. Féré se place en face de G. en somnambulisme. « Je reste, dit-il, la bouche entr'ouverte et je pense successivement un certain nombre de lettres. G. me regarde attentivement, suit les mouvements des lèvres et de la langue et, au bout de quelques minutes, elle prononce automatiquement quelques-unes des lettres que je pense et elle réussit d'autant mieux que l'expérience se prolonge. G. ne fait, en somme, que ce que font les sourds-muets ; mais elle le fait avec une délicatesse plus grande, puisque les lettres ne sont pas prononcées (2). »

Ces transmissions de pensée de l'opérateur au sujet peuvent se faire non seulement par le sens de la vue, mais par les autres sens hyperesthésiés, qui permettent au somnambule de se renseigner, même à d'assez grandes distances, sur une quantité de circonstances qui échappent aux sens normaux. Brémaud a raconté l'histoire d'une somnambule qui se trouvait une fois dans son cabinet et qui, regardant à travers les vitres de la fenêtre, entendait parfaitement un dialogue qui avait lieu à voix basse, à l'autre bout de la rue, entre une femme et un ouvrier du port. De plus, un certain dressage, résultant de l'habitude d'expérimenter avec le même opérateur, peut mettre le sujet à même de deviner les intentions du magnétiseur. Entre l'un et l'autre finit par s'établir un

(1) Féré, *Sensation et mouvement*, pp. 116 et 117.
(2) *Id.*, *loc. cit.*, p. 117.

certain dressage intellectuel, capable de déterminer parfois une coïncidence surprenante entre les pensées qui les agitent, au même moment. C'est ce qu'on a souvent observé entre les personnes qui ont l'habitude de vivre ensemble. L'éducation de l'hypnotisé par son hypnotiseur est le grand écueil des expériences psychologiques. « Elle nous expose, dit M. Pierre Janet, à trouver que nos somnambules vérifient nos propres idées. »

Mais il arrive parfois qu'en se mettant à l'abri de toutes ces influences, on constate que des rapports persistent encore entre l'hypnotiseur et l'hypnotisé et que, de l'un à l'autre, peuvent être transmis, même à de grandes distances, un état émotionnel, une sensation, une pensée, l'idée d'un objet, d'un acte à accomplir ou simplement du sommeil, sans qu'aucun signe verbal ou autre ait pu les suggérer.

Dans ce cas, il ne reste plus que deux hypothèses possibles : la suggestion mentale ou le hasard.

L'hypothèse de la suggestion mentale qu'on rejetait, il y a quelques années, comme une absurdité scientifique, a gagné peu à peu du terrain, à mesure que les expérimentateurs ont appris à se mettre en garde contre les causes d'illusion. Les expériences de Charles Richet, d'Ochorowicz, d'Héricourt, de Pierre Janet, de Beaunis, de Liebeault, les travaux de la Société des recherches psychiques de Londres et de la Société américaine de Boston, ont donné à l'hypothèse de la suggestion mentale un caractère absolument scientifique justifié par un grand nombre d'observations d'une valeur incontestable.

Le fait d'endormir ou de réveiller un sujet à distance aurait été bien des fois vérifié. Tout le monde connaît les célèbres expériences du Havre de MM. Pierre Janet et Gibert, qui, avec le même sujet, obtenaient seize succès complets sur vingt-deux essais.

Dusart qui fit plus de cent expériences, avec des résultats divers, porta l'éloignement des sujets de 200 mètres

à 7, puis à 10 kilomètres, et réussit à les impressionner par un acte mental. Chaque fois, la somnambule indiquait aux personnes de son entourage quand elle se sentait influencée par son opérateur, et ses indications concordaient parfaitement avec le moment de l'action. Dufay aurait réussi à endormir un de ses sujets, à la distance de 112 kilomètres.

Les 283 expériences rapportées par M. Ochorowicz dans son livre : *De la Suggestion mentale*, consistaient à deviner des cartes, des photographies, des objets, des dessins, des chiffres, des lettres de l'alphabet, des mots, à transmettre des sensations, des commandements. Après de nombreux essais, avec succès simplement apparents ou probables, il acquit la conviction qu'il avait obtenu avec une hystéro-épileptique en somnambulisme, des effets certains de suggestion mentale. Par un ordre donné mentalement, il lui faisait exécuter des mouvements plus ou moins compliqués : lever la main droite ou la main gauche ; approcher un fauteuil de la table ; se lever ; aller au piano ; prendre une boîte d'allumettes, en allumer une et retourner à sa place ; aller à la table, prendre un gâteau et le lui donner ; se lever et aller embrasser son frère ; se lever et se mettre à genoux au milieu de la chambre ; etc. Tous ces actes plus ou moins compliqués furent exécutés ponctuellement. Il y eut des insuccès. M. Ochorowicz les explique ainsi : « J'ai cité toutes les expériences, même celles qui devaient manquer forcément, ou qui ne pouvaient réussir qu'en partie, à cause des circonstances accidentelles. Aussi l'aspect général de ce récit sera moins concluant pour le lecteur qu'il ne l'est pour moi. Pour moi, je ne crains pas de l'avouer, ces expériences sont décisives. J'ai enfin eu l'impression personnelle, si longtemps recherchée, d'une action vraie, directe, indubitable. J'étais sûr qu'il n'y avait là ni coïncidence fortuite, ni suggestion par attitude, ni autre cause d'erreur possible. Là où ces influences s'ajoutaient momentanément, je les ai indiquées et le

lecteur saura les apprécier lui-même, d'après les principes que j'ai exposés ci-dessus. Mais ce qui a pu échapper au lecteur, précisément à cause de la façon tout objective de cet exposé, c'est qu'à partir de la deuxième semaine. j'étais déjà maître du phénomène et que si, parmi les expériences postérieures, il y a encore des échecs, c'est uniquement parce que j'ai voulu vérifier l'impossibilité ou la difficulté de réussir, dans certaines phases hypnotiques. Dès que j'avais provoqué, par avance, la phase favorable à ces essais, ils réussissaient toujours. »

D'après M. Ochorowicz, la phase préliminaire où le sujet entend encore et où son esprit est passif et occupé par une idée simple, qui ne l'absorbe pas trop, serait la plus favorable à la suggestion mentale. C'est ce qu'il appelle l'état de monoïdéie passive. « Pour que la transmission puisse avoir lieu, dit-il, le cerveau ne doit pas être engourdi (aïdéie) ni trop distrait (polyïdéie active) ; ni trop absorbé dans ses propres idées (monoïdéie active) ; il doit, au contraire, être passif, mais capable de fonctionner avec absorption (état de monoïdéie naissante passive). Plus l'état momentané se rapproche de cette limite, et plus la transmission a de chances de réussite. » L'opérateur doit se placer aussi dans l'état le plus favorable qui serait celui de monoïdéie active.

On pourrait citer beaucoup d'autres expériences qui ne laissent rien à désirer, au point de vue de la méthode, et qui ont déterminé la conviction de leurs auteurs. Par contre, des observateurs non moins recommandables se retranchent dans une réserve prudente ou dans un scepticisme complet en s'autorisant du résultat négatif de leurs propres essais ou de prétendues impossibilités théoriques. Mais des expériences négatives ou des idées *à priori* n'infirmeraient pas des résultats positifs et bien établis, s'il en existe.

Reste l'hypothèse des coïncidences fortuites. Dans les expériences compliquées comme quelques-unes de celles

que j'ai rapportées, la part du hasard est si faible, que beaucoup seront disposés à n'en pas tenir compte.

Mais il n'en est pas toujours ainsi. Considérons, par exemple, les expériences de M. et Mme Sidgwick, publiées en 1889 dans le JOURNAL DE LA SOCIÉTÉ DES RECHERCHES PSYCHIQUES DE LONDRES.

On inscrit sur des morceaux de papier ou sur des boules de loto, les nombres compris entre 10 et 90. Une personne les tire au hasard et les remet à l'opérateur, M. Smith. Un sujet hypnotisé les devine sans les voir. Sur 644 essais (l'agent et le sujet étant dans la même pièce), il y eut 117 réussites complètes. Si le hasard seul était intervenu, il y aurait eu, dans ce cas, d'après le calcul des probabilités, 8 réussites seulement. Sur une autre série de 228 essais (l'agent et le sujet étant dans deux pièces différentes), on constata 8 succès. La probabilité n'était que de deux à trois succès.

Ces expériences sont remarquables, la seconde surtout où l'isolement du sujet donne plus de garanties. Mais la probabilité n'exclut pas, dans ce cas, la possibilité des coïncidences fortuites, qui dépassent parfois dans des proportions considérables les résultats prévus par le calcul. Plus on simplifie les expériences, moins elles sont probantes. Au jeu de la roulette, il y a une chance sur deux pour que la rouge sorte plutôt que la noire au premier tour. Mais on a vu la rouge sortir 21 fois de suite, et cependant il y avait une chance contre deux millions pour que les choses se passassent autrement.

Nous aurons l'occasion de revenir sur cette question, à propos des expériences de suggestion mentale à l'état de veille.

Il se produirait parfois, dans le somnambulisme, des cas de télépathie et de lucidité qui supposent, comme la suggestion mentale, si les faits sont exacts, un mode de percevoir indépendant de nos facultés sensorielles ordinaires.

Nous savons en quoi consistent ces phénomènes, dont il a été déjà parlé à propos du sommeil naturel.

Voici un exemple emprunté aux auteurs des *Phantasms of the living*, où l'on voit la télépathie et la lucidité se manifester à la fois, chez un sujet hypnotisé. M. H. Percy Sparks, élève à l'École du génie maritime de Portsmouth, écrit ceci :

« Depuis l'année dernière ou depuis ces quinze derniers mois environ, j'avais l'habitude de magnétiser un de mes camarades. Voici comment je procédais. Je le regardais simplement dans les yeux lorsqu'il était couché à son aise, sur son lit. Je réussissais ainsi à l'endormir. Après quelques essais, je m'aperçus que le sommeil devenait plus profond, en faisant de longues passes lorsque le sujet était déjà endormi. C'est alors que se produisirent les phénomènes remarquables qu'on pouvait observer dans cette espèce particulière de sommeil magnétique (M. Sparks décrit ici la faculté que possède son sujet de voir, durant sa crise, les endroits auxquels il s'intéresse, s'il décide qu'il les verra, avant d'être hypnotisé ; mais rien ne prouve que ces visions ne sont pas purement subjectives). C'est la semaine dernière que j'ai été saisi de surprise par un événement plus extraordinaire que les autres. Vendredi dernier au soir (15 janvier 1886), mon ami exprima le désir de voir une jeune fille qui habitait Wandsworth et ajouta qu'il essaierait de se faire voir par elle. Je le magnétisai donc et je continuai de longues passes pendant environ 20 minutes, en concentrant toute ma volonté sur son idée. Lorsqu'il revint à lui (je le réveillai en lui touchant la main et en voulant qu'il se réveillât, après un sommeil d'une heure vingt minutes), il déclara qu'il l'avait vue dans la salle à manger et qu'au bout d'un moment elle était devenue agitée, puis que soudain elle l'avait regardé et s'était couvert les yeux avec les mains. C'est juste à ce moment qu'il revint à lui. Lundi dernier au soir (18 janvier 1886), nous recommençâmes l'expérience, et cette fois

il déclara qu'il croyait avoir effrayé la jeune fille, car, après qu'elle l'eut regardé quelques minutes, elle tomba à la renverse sur sa chaise, dans une sorte de syncope. Son petit frère était à ce moment dans sa chambre. Nous attendions naturellement une lettre, après cet incident, pour savoir si la vision était réelle. Le mercredi matin, mon ami reçut une lettre de cette jeune personne, demandant s'il ne lui était rien arrivé. Elle écrivait parce que le vendredi soir, elle avait été saisie de frayeur en le voyant debout, à la porte de sa chambre. Au bout d'une minute, il avait disparu et elle avait pensé que ce pouvait être une vision. Mais le lundi soir, elle avait été encore plus effrayée en le voyant de nouveau, et cette fois encore plus distinctement, et elle avait même été effrayée à un tel point qu'elle avait failli se trouver mal.

» Le récit que je vous envoie est parfaitement exact : je puis le prouver, car j'ai deux témoins qui se trouvaient dans le dortoir au moment où mon ami a été magnétisé et lorsqu'il est revenu à lui. Le nom de mon sujet est Arthur H. W. Cleave. Il est âgé de dix-huit ans ; j'ai moi-même dix-neuf ans. A. C. Darley et A. S. Thurgood, nos deux camarades, sont les deux témoins dont je viens de parler. »

Cette lettre est confirmée par le récit de M. Cleave lui-même et par les attestations des deux témoins que l'on trouvera dans l'ouvrage de MM. Gurney, Myers et Podmare, ainsi que la lettre de la jeune fille, ainsi conçue :

« Wandsworth, mardi matin.

» Cher Arthur, vous est-il arrivé quelque chose ? Écrivez-moi s'il vous plaît, et que je le sache vite ; j'ai eu si peur.

» Mardi soir dernier (1), j'étais dans la salle à manger,

(1) Il y a là une divergence, quant aux dates. La jeune fille dit *mardi*, M. Sparks *vendredi*. Mais M. Cleave nous apprend dans son récit que les expériences furent tentées pendant cinq jours consécutifs. Le mardi était un de ces jours. D'ailleurs, la seconde expérience confirme la première.

en train de lire, lorsqu'il m'arriva de lever les yeux et j'ai cru vous voir debout, à la porte, me regardant. Je mis mon mouchoir sur les yeux, et, lorsque je regardai de nouveau, vous étiez parti. Je pensais que ce n'était qu'un effet de mon imagination ; mais hier soir (lundi), pendant que j'étais à souper, je vous vis de nouveau, comme l'autre fois, et j'eus si peur que je faillis me trouver mal. Heureusement, il n'y avait là que mon frère, sinon j'aurais attiré l'attention sur moi. Aussi écrivez-moi de suite et dites-moi comment vous allez. Je ne puis réellement plus rien écrire maintenant. »

(Signé d'un prénom).

Les auteurs des *Phantasms* ajoutent qu'ils connaissent personnellement ces jeunes gens, et qu'ils peuvent témoigner de leur intelligence et du soin avec lequel ils savent observer (1).

Le récit du sujet, M. Cleave, renferme quelques détails d'un grand intérêt. « Je me couchais sur mon lit, dit-il, la tête soulevée par deux oreillers. Sparks était assis en face de moi sur une chaise, à trois pieds du lit. Les lumières étaient baissées et alors je le regardais fixement dans les yeux, pensant tout le temps à la jeune fille que je voulais voir. Au bout de peu de temps (environ sept minutes), je cessais d'entendre et je ne voyais plus rien si ce n'est deux yeux qui, au bout d'un instant, disparaissaient ; et alors je me trouvais sans connaissance (lorsque nous fîmes nos premières expériences, je n'allai pas plus loin que cet état et ce ne fut qu'après des essais répétés que je pus le dépasser). Il me sembla voir alors (vaguement au début) la figure de la jeune fille qui devint graduellement de plus en plus distincte, jusqu'à ce qu'il m'ait semblé être dans une autre chambre ; j'aurais pu détailler

(1) *Les hallucinations télépathiques*, p. 45.

minutieusement tout ce qui s'y trouvait. Je racontai à Sparks, lorsque je revins à moi-même, ce que j'avais vu ; je lui dis quelles étaient les personnes qui se trouvaient avec la jeune fille et ce qu'elle faisait, toutes choses vérifiées à la lettre (1). »

Ainsi l'état favorable à la réussite des expériences n'est point le somnambulisme actif, où le sujet voit, entend ce qui se passe autour de lui, répond aux questions qu'on lui pose. C'est un état absolument passif, où toute relation avec le monde extérieur se trouve supprimée. Le sujet y est bien préparé par les conditions de l'expérience. Il est étendu sur son lit ; les lumières sont baissées ; son attention est d'abord concentrée sur une pensée unique ; le vide se fait peu à peu dans son esprit. Il ne voit plus que les deux yeux qui le regardent ; il n'entend plus ; il ne pense plus et les phénomènes de lucidité n'apparaissent qu'après une syncope ou une phase de léthargie, alors que l'inertie mentale est complète. La vision lucide ne se produit que dans un cerveau vidé de toute autre excitation.

Peut-être l'action télépathique se développe-t-elle dans la phase de monoïdéie active. La lucidité apparaîtrait dans un état de sommeil plus profond, alors que le sujet est passé du monoïdéisme passif dans l'inertie absolue. Suggestion mentale, télépathie, lucidité seraient trois états voisins, correspondant à trois phases différentes du sommeil. De même qu'on peut voir, dit-on, les étoiles en plein jour, en regardant le ciel du fond d'un puits, de même un cerveau plongé dans la nuit mentale plus ou moins complète serait apte à recevoir des excitations qui passent inaperçues au milieu d'excitations plus intenses. Mais quelle serait la nature de ces excitations inconnues des sens normaux ? N'anticipons pas. Le moment n'est pas venu d'interpréter les phénomènes. Contentons-nous de les constater.

(1) *Les hallucinations télépathiques*, p. 47.

Mon but, en reproduisant et en discutant l'expérience télépathique qui précède, n'est pas de déterminer la conviction dans l'esprit du lecteur, mais simplement de remplacer une description générale par un exemple concret.

Les récits de ce genre sont si peu probants pour ceux qui les tiennent de seconde main et qui n'ont aucune raison personnelle pour croire à la véracité de leurs auteurs, que je ne les multiplierai pas. Les magnétiseurs de tous les temps ont raconté avec des détails plus ou moins véridiques, les exploits de leurs somnambules : suggestion mentale, transmission de pensée, communications télépathiques, lucidité, scènes et localités décrites à distance, objets perdus et retrouvés, vision à travers les corps opaques, description des maladies et des organes intérieurs, pressentiments et prévisions, etc. Ces récits trahissent surtout la préoccupation d'exagérer les merveilles du somnambulisme. Ils sont bien propres à montrer à combien d'illusions et de mystifications, voulues ou inconscientes, on s'expose en donnant sa confiance aux somnambules. La discussion critique de ces récits est généralement impossible, parce que les moyens de contrôle font défaut. Souvent les phénomènes sont mal interprétés. Il n'est pas rare, par exemple, que les magnétiseurs attribuent à une prétendue lucidité, à la vision à travers les corps opaques, à la faculté de prévoir les événements, des effets dus à des suggestions exercées inconsciemment par les consultants sur les sujets. Sans épiloguer sur les détails, il est incontestable que, pris dans leur ensemble, les phénomènes paraissent accuser une modalité uniforme. Le hasard ou la fraude n'auraient pu atteindre ce résultat sans se trahir par des contradictions. On est moins tenté de rejeter tous les faits en bloc, quand on peut les comparer à des observations précises et sûres, qui ne les démentent pas et dont le nombre toujours croissant équivaut déjà à une preuve morale d'une certaine valeur.

Les hommes habitués aux recherches expérimentales

sont plus exigeants. La preuve scientifique est astreinte à des conditions rigoureuses. Tout phénomène qui échappe aux procédés réguliers d'observation, dont la loi n'est pas déterminée et qu'il est impossible de reproduire, à volonté, expérimentalement, est tenu pour très suspect.

C'est bien le cas des phénomènes de suggestion mentale, de télépathie et de lucidité. Ne les observe pas qui veut. Ils se manifestent rarement, exceptionnellement. Ils surgissent spontanément, à l'improviste, quand on y pense le moins. L'introspection, qui est le procédé d'observation par excellence, en psychologie, ne leur est pas applicable, parce qu'ils se produisent le plus souvent inconsciemment et ne laissent aucun souvenir au réveil. Le cas de M. Cleave, qui provoquait et dirigeait à volonté son action télépathique dans le sommeil hypnotique, est extrêmement rare. Je ne sais même pas s'il en existe d'autres exemples. Pour une expérience réussie, combien y en a-t-il d'infructueuses ! Si les phénomènes sont en rapport, comme c'est probable, avec certaines dispositions de l'organisme, héréditaires ou autres, ils dépendent d'abord du système nerveux dont la physiologie et l'anatomie sont encore si obscures. Les lois physiologiques qui les régissent nous sont donc inconnues. Comment reproduire expérimentalement, à volonté, des phénomènes dont on ignore la loi ?

Mais il y a, dans la nature, un grand nombre de phénomènes aussi irréguliers dans leurs manifestations, aussi capricieux dans leurs effets, dont les lois précises nous échappent, qu'on ne pourra jamais reproduire expérimentalement et qui font cependant partie de nos connaissances scientifiques les plus positives. Ils ne relèvent pas de la méthode expérimentale, mais de la méthode d'observation. Beaucoup de phénomènes météorologiques sont dans ce cas. Pourquoi n'en serait-il pas de même des phénomènes psychologiques qui nous occupent ? L'opposition qui leur est faite dans le monde scientifique tient plutôt à

des préjugés philosophiques qu'à une question de méthode. Quand Husson eut communiqué en 1831, à l'Académie de médecine, son rapport sur le magnétisme, un des membres de l'assemblée réclama une seconde lecture. « Puisqu'on nous entretient de *miracles*, dit-il, nous ne pouvons trop bien connaître les faits pour les réfuter. » Un autre académicien ayant demandé l'impression du rapport, M. Castel s'y opposa avec force, disant que « si la plupart des faits annoncés étaient réels, ils détruiraient la moitié des connaissances physiologiques ; qu'il serait donc dangereux de propager ces faits au moyen de l'impression ». Le magnétisme a pris sa revanche depuis. Mais elle n'est pas complète. On regarde toujours d'un très mauvais œil dans le monde savant, ce qu'on appelle les phénomènes transcendants de l'hypnose; et les hommes indépendants qui osent s'en occuper n'ont réussi, jusqu'à présent, qu'à se faire traiter d'illuminés et de rêveurs par leurs collègues.

Du côté des croyants, qui n'ont pas les mêmes raisons pour mettre en doute les phénomènes, l'opposition a pris une autre forme.

Des théologiens, troublés par le caractère étrange des effets de l'hypnotisme, ont pensé qu'ils ne pouvaient s'expliquer, théologiquement et philosophiquement, que par l'intervention de causes surnaturelles et diaboliques. Telle est l'opinion du R. P. Franco, qui, en raison de ces influences possibles, condamne l'hypnotisme comme dangereux, lors même qu'il serait naturel dans son principe. Son livre, *L'Ipnotismo tornato di moda*, a entraîné à sa suite un grand nombre d'auteurs catholiques, même des hommes de science et des médecins.

Le R. P. Coconnier a réfuté cette manière de voir, avec autant d'érudition que de talent (1), en prenant la défense de ce qu'il appelle l'hypnotisme *franc*. Mais il en exclut

(1) R. P. Coconnier, *L'hypnotisme franc*. Paris, 1898.

les phénomènes transcendants, tels que la suggestion mentale, la télépathie, la lucidité, etc. ; parce que, dit-il, les phénomènes en question ne caractérisent pas l'hypnotisme et qu'ils ne lui paraissent pas suffisamment prouvés, des hypnotiseurs distingués, parmi lesquels il cite MM. Bernheim, Charcot, Grasset, ne les ayant jamais observés.

C'était assurément le droit du R. P. Coconnier de limiter l'objet de ses recherches. L'hypnotisme franc, tel qu'il le comprend, est l'hypnotisme médical. Peut-être ce terrain spécial n'est-il pas favorable à la production de phénomènes qui n'ont pas d'applications thérapeutiques. De là le scepticisme des médecins à leur endroit. Mais les faits précédemment décrits ont assez de poids, me semble-t-il, pour qu'on ne puisse les passer sous silence dans un examen général de l'hypnotisme, au point de vue psychologique. Je suis de l'avis du R. P. Coconnier, quand il dit, avec raison, qu'ils ne caractérisent pas l'hypnotisme. Je pense, en effet, qu'ils se rattachent aux lois beaucoup plus générales de la dissociation psychologique, et qu'ils se produisent, comme nous le montrerons, avec la spontanéité qui leur est propre, dans tous les états où la désagrégation mentale atteint un certain degré.

Résumons-nous et concluons.

L'hypnotisme ne se développe bien que sur un terrain morbide ; les sujets hypnotisables sont d'autant plus sensibles à ses effets, qu'ils présentent certains troubles du côté du système nerveux. C'est parmi les hystériques que se recrutent les sujets les plus remarquables. Les procédés opératoires ne mettent en jeu aucune force mystérieuse. Leur effet est psychologique. Ils ne réussissent qu'à la faveur d'une prédisposition naturelle des sujets à la désagrégation mentale.

Appliqué aux investigations psychologiques, l'hypnotisme procède soit par voie d'analyse en décomposant le moi en ses divers éléments, pour les étudier isolément ; soit par voie de synthèse, en provoquant à volonté la

reconstitution d'agrégats artificiels où l'on peut observer des modes d'activité inconnus à l'état normal, de la sensibilité, de l'imagination, de la mémoire et des facultés psycho-sensorielles en général. Nous avons vu en quoi consistent les curieux phénomènes de mémoire alternante, qui donnent à chaque synthèse sa physionomie, sa personnalité propre, et nous avons constaté la coexistence possible d'une personnalité somnambulique avec la personnalité normale chez certains sujets, après leur réveil.

Le sommeil naturel nous avait révélé déjà des phénomènes du même genre. L'hypnose les amplifie et montre quel degré supérieur d'organisation peut atteindre parfois l'automatisme chez les somnambules. La suggestion est le moyen employé pour tirer ces statues vivantes de leur inertie. Il n'y a pas de suggestion sans une auto-suggestion consécutive par laquelle le sujet réalise ce qui lui est suggéré. L'auto-suggestion permet d'étudier expérimentalement l'action du moral sur le physique. Pour s'étonner de ces effets parfois bien surprenants, il faut oublier tous ceux bien autrement merveilleux que l'âme accomplit pour donner et entretenir la vie.

Les phénomènes de suggestion nous ont mis en garde contre les illusions sans nombre que l'automatisme peut faire naître, non seulement chez les patients, mais dans l'esprit de ceux qui les observent. La suggestion donnée consciemment par la parole, ou inconsciemment par quelque signe que ce soit, étant insuffisante pour expliquer tous les faits, il a fallu recourir à l'hypothèse de la suggestion mentale. La transmission de la pensée, sans signes apparents, serait assurément le phénomène le plus important de la psychologie de l'inconscient. Elle forme, avec la télépathie et la lucidité, un groupe à part, dont l'étude méthodique est à peine ébauchée.

Ces phénomènes mystérieux apparaissent comme des éclairs rapides, à travers la nuit du sommeil somnambulique. L'intérêt scientifique mis à part, ils ne présentent

aucune application pratique, et exposent les esprits crédules et ignorants à donner leur confiance aux manifestations incohérentes de l'automatisme et aux rêves, rarement lucides, des somnambules.

On peut adresser des reproches non moins justifiés à l'hypnotisme, en général. Provoqué sans discernement, il aggrave les troubles psychiques des personnes soumises à son influence, et la médecine légale a montré par de trop nombreux exemples son rôle dans les annales de la criminalité. La théologie nous le représente comme favorable à des influences mystiques d'une nature très suspecte. En un mot les médecins, les légistes, les moralistes et les théologiens sont unanimes à signaler les dangers de l'hypnotisme et à condamner ses abus. C'est la justification pratique des conclusions de la psychologie.

(A suivre.) A. ARCELIN.

LES FERMENTS DE LA CASÉINE

ET LEUR RÔLE DANS LA

MATURATION DES FROMAGES

I

ÉTUDE BIOLOGIQUE DES FERMENTS DE LA CASÉINE

La faculté de transformer la caséine en produits moins complexes, ou d'élaborer les substances capables d'accomplir cette transformation, n'est pas le privilège d'un organisme unique, mais d'agents nombreux et variés ; les uns sont des *bactéries*, d'autres sont des *moisissures* et même des *levures*.

Leur étude est très difficile et à peine ébauchée.

C'est à M. Duclaux que l'on doit les premières recherches systématiques sur les *bactéries* de la fermentation de la caséine. Il en a décrit dix espèces auxquelles il a donné le nom de *Tyrothrix*, et dont il a étudié les propriétés biologiques et le rôle dans la maturation des fromages.

Parmi ces microbes, les uns sont *aérobies* ; tels sont *Tyrothrix tenuis*, *T. filiformis*, *T. distortus*, *T. geniculatus*, *T. turgidus*, *T. scaber*, *T. virgula*. Les autres : *T. urocephalum*, *T. claviformis*, *T. catenula*, sont *anaérobies*.

M. Duclaux les a caractérisés en outre par les propriétés suivantes :

1. Le facies général de l'être, son aspect homogène ou granuleux, la forme de ses spores.

2. Les éléments que chacun d'eux fait fermenter, les transformations qu'il accomplit, les gaz qu'il produit.

3. Le caractère de la coagulation qu'ils provoquent dans le lait et qui fournit des renseignements immédiats sur leur richesse en présure et en caséase.

4. La nature des acides volatils qui sont le résultat de leur action sur la caséine.

Beaucoup d'auteurs ont signalé d'autres *Tyrothrix*, mais tous ces microbes sont trop imparfaitement étudiés et caractérisés pour pouvoir en faire des espèces. M. Duclaux admet d'ailleurs qu'il existe une grande variété de ces êtres.

Les *Tyrothrix* sont des bâtonnets de longueur variable, de 0,8 μ à 3 ou 4 μ, suivant les espèces. Quelques-uns présentent au microscope un aspect légèrement granuleux. Ils sont tantôt isolés, tantôt réunis en chaînettes plus ou moins longues ; dans le premier cas, ils présentent des mouvements saccadés, flexueux, lents et lourds, très caractéristiques, qui ont été fort bien étudiés par M. Duclaux. Ces mouvements disparaissent lorsque les articles sont réunis en chaînettes. Ils forment souvent des flocons à l'intérieur des milieux, parfois aussi *(Tyrothrix tenuis)* une pellicule plissée à la surface du liquide. Enfin, ils donnent naissance à des spores qui présentent une disposition caractéristique.

Les *Tyrothrix* anaérobies se développent à l'abri de l'air et donnent naissance à des composés spéciaux : l'alcool et des produits gazeux, l'hydrogène et l'acide sulfhydrique, qui donnent lieu à la formation de vacuoles dans le fromage et, en même temps, lui communiquent une odeur infecte et en altèrent le goût. Ce sont des agents puissants de la putréfaction des matières animales.

M. Winckler a repris l'étude des *Tyrothrix* de M. Duclaux et a donné leurs caractères sur les divers milieux de

culture. Il a pu obtenir plusieurs variétés de *Tyrothrix tenuis* en les cultivant sur des milieux différents. L'une liquéfie la gélatine et peptonise fortement la caséine ; une autre ne liquéfie pas la caséine lactosée, mais produit une forte fermentation lactique ; une troisième communique aux milieux une fluorescence verdâtre et donne un pigment.

Les *moisissures* sont également des ferments actifs de la caséine et sont les agents de la maturation de plusieurs fromages.

On sait que les moisissures sont des végétaux formés de filaments très fins, soyeux et enchevêtrés ; on les trouve à la surface des matières organiques : pain moisi, confiture, fromage, etc.

Chaque touffe de moisissure est formée d'un réseau de tubes, plus ou moins ramifiés, appelés *mycelium*, d'où partent de petites branches verticales, les *filaments sporifères*. Ces filaments supportent les organes reproducteurs ou *spores*.

Il existe de nombreuses espèces de moisissures qui diffèrent entre elles par certains caractères : leur mycelium est ou n'est pas cloisonné ; les filaments sporifères sont ou ne sont pas ramifiés ; parfois l'appareil sporifère présente une disposition particulière.

On ne connaît guère que deux moisissures qui font mûrir les fromages : le *penicillum glaucum* et l'*oïdium lactis*. Mais toutes les moisissures sont des ferments plus ou moins actifs de la caséine ; elles sécrètent, en général, les deux diastases caractéristiques de ces ferments, la présure et la caséase, ou au moins celle-ci.

Le *penicillum glaucum* est cette moisissure que l'on trouve à la surface du fromage de Roquefort et qui forme des traînées bleuâtres à l'intérieur.

Le mycelium est formé de filaments entrecroisés dans tous les sens, mais non anastomosés ; il donne naissance à des filaments sporifères, en général ramifiés. Chaque

rameau porte à son extrémité deux, trois, quatre rameaux plus petits, plus ou moins serrés les uns contre les autres et dont chacun est lui-même couronné d'un bouquet de trois ou quatre ramuscules appelés *stérigmates*.

L'extrémité du stérigmate s'arrondit de façon à donner naissance à une spore et la même opération recommence successivement un grand nombre de fois, en sorte que le stérigmate devient le support d'un chapelet de spores dont les dernières venues sont les plus éloignées de l'extrémité libre. C'est à cette disposition en pinceaux que la moisissure doit son nom de « penicillum glaucum ».

Le *penicillum glaucum* est un organisme très fertile et qui s'accommode de conditions d'existence variées. Pour sa nourriture, il lui faut du sucre, au début. Plus tard il se contente d'amidon et de dextrine. Il affectionne les milieux acides; c'est pour cette raison qu'on le trouve souvent comme premier organisme dans les fromages, où son rôle est très utile : il y détruit l'acide lactique et permet ainsi à des ferments de la caséine plus actifs d'achever la maturation du fromage.

L'*oïdium lactis* se rencontre fréquemment aussi dans les fromages. Cet organisme peut vivre à la surface ou à l'intérieur du milieu de culture, et il se présente de différentes façons dans les deux cas.

A la surface (lait-crème) où l'oxygène abonde, il forme une couche veloutée, constituée d'articles volumineux qui s'allongent et se cloisonnent de telle façon que le dernier devient une sorte de bourgeon terminal qui continue à croître; en même temps le mycelium pousse, au voisinage de la cloison, un prolongement latéral qui s'allonge de la même façon. Il en résulte une ramification fourchue dont les deux rameaux croissent perpendiculairement l'un à l'autre.

Telle est la forme de développement à la surface, lorsque l'oxygène est nécessaire à la vie.

A l'intérieur du milieu de culture, là où l'oxygène est

rare sans faire toutefois défaut, les filaments de l'*oïdium lactis* se cloisonnent ; chaque article s'arrondit à ses extrémités et se sépare. Il ressemble alors beaucoup à la levure de mucor, ou à la levure allongée ; mais les globules sont irréguliers et plus gros.

Dans cet état, l'*oïdium lactis* donne lieu à une production d'éléments gazeux ; mais il ne peut pas subsister longtemps, car il est presque exclusivement aérobie. Il vit aux dépens du lactose auquel il fait subir la fermentation alcoolique ou lactique ; il peut ensuite brûler complètement l'acide lactique. Il peut aussi s'attaquer à la caséine, grâce à une caséase assez active qu'il a la propriété de sécréter.

Certaines *levures* sont aussi des ferments de la caséine et sécrètent de la présure et de la caséase. M. Boullanger a cultivé des levures pures dans du lait et a trouvé que quelques-unes d'entre elles pouvaient coaguler le lait, sans faire varier l'acidité. Ces cultures lui ont permis d'observer les phénomènes suivants : le lait se coagule, puis le *coagulum* se dissout et le liquide prend d'abord l'aspect semi-transparent qui correspond à la dissociation complète de la caséine, pour jaunir et brunir ensuite. M. Boullanger explique ainsi ces phénomènes : la levure, vivant aux dépens de la caséine, donne lieu à une formation d'ammoniaque et cet ammoniaque, en agissant sur le sucre de lait, amène la formation de produits ulmiques.

MM. Hahn et Geret ont montré que ce travail de dissolution de la matière albuminoïde est dû à une ou plusieurs diastases que l'on trouve dans le suc de levure.

Les ferments de la caséine présentent quelques propriétés biologiques intéressantes et très importantes au point de vue pratique. Passons-les brièvement en revue.

Les *Tyrothrix* sont très résistants à l'action de la chaleur ; c'est leur présence constante dans le lait ainsi que

celle du ferment butyrique qui rendent si difficile la stérilisation du lait par la chaleur.

M. Duclaux a étudié les limites de résistance des *Tyrothrix*. Voici les températures mortelles qu'il a trouvées pour les formes végétatives et pour les spores ; le chauffage durait une minute.

		Formes végétatives	*Spores*
Tyrothrix	*tenuis*	90°-95°	120°
—	*tenuior*	105°	120°
—	*tenuissimus*	95°	110°-115°
—	*filiformis*	105°	120°
—	*distortus*	95°	105°
—	*geniculatus*	80°	105°
—	*turgidus*	80°	115°
—	*scaber*	95°	110°
—	*urocephalum*	95°	105°
—	*catenula*	90°	105°

Ces microbes sont également très résistants à la dessiccation. La température optima de leur développement est de 25° à 30°. L'oxygène exerce sur ces êtres une action différente suivant les espèces ; nous avons dit déjà que les uns sont aérobies et les autres anaérobies. Il en existe un certain nombre qui jouent successivement le rôle d'aérobies et d'anaérobies ; tels sont le *Tyrothrix urocephalum* et l'*Actinobacter polymorphus*.

Le *Tyrothrix urocephalum* peut se développer au contact de l'air, mais ne fermente pas ; dès qu'il est à l'abri de l'air, il donne naissance à un dégagement gazeux formé d'anhydride carbonique et d'hydrogène. Une partie de cet hydrogène se transforme en acide sulfhydrique et le liquide prend une odeur putride très forte.

L'*Actinobacter polymorphus*, bactérie du fromage du Cantal, est plus spécialement aérobie; toutefois dans son existence anaérobie. il devient ferment, pendant quelque temps, et donne lieu à la formation de bulles de gaz ; mais

son développement s'arrête bientôt. Si on veut lui faire reprendre ses fonctions d'anaérobie, il faut lui donner une nouvelle vigueur en lui fournissant de l'oxygène pendant quelques instants.

L'action des ferments de la caséine sur le lait est vraiment remarquable : c'est le milieu réactif de ces microbes. Ils coagulent le lait, puis ils redissolvent le caillot, grâce à la sécrétion de deux diastases spéciales dont nous allons faire l'étude.

Les milieux de culture généralement employés pour faire l'étude des ferments de la caséine sont : le bouillon simple et peptonisé, le bouillon de Liebig et surtout le lait.

Nous venons de dire que les ferments possèdent cette propriété caractéristique de sécréter deux diastases : la *présure* et la *caséase*, grâce auxquelles ils remplissent deux fonctions spéciales, la coagulation du lait et la dissolution du caillot formé.

La présure est une diastase dont le type est la présure de la caillette de veau.

Le lait qui a reçu une petite quantité de présure se transforme peu à peu en une masse blanche semi-solide. Cette masse se rétracte sur elle-même, expulse son sérum et se réduit en un gâteau souple et élastique pouvant prendre la forme des vases dans lesquels on le dépose. Ce gâteau contient presque toute la matière grasse du lait, la caséine, la moitié de son phosphate de chaux et est humecté par le sérum.

La température optima pour l'action de la présure est 35° à 40° ; en dessous de 20°, elle n'agit pas.

La présure des microbes est, en tous points, comparable à celle de l'estomac de veau ; mais pas plus que celle-ci, il n'est possible de l'obtenir pure : elle est presque toujours mêlée de caséase.

Les ferments aérobies de la caséine et principalement le *Tyrothrix tenuis* sont des producteurs plus puissants de présure que les anaérobies. S'il y a beaucoup de présure,

on aura une coagulation rapide du lait; mais il arrive souvent qu'il n'y en a pas assez pour que le phénomène se produise.

Le premier effet des ferments de la caséine sur le lait est donc de le coaguler: mais il y a une différence essentielle entre la coagulation du lait par la présure des ferments de la caséine (ou la présure de l'estomac de veau) et la coagulation par les ferments lactiques.

D'abord, la cause de la coagulation du lait est différente dans les deux cas. La coagulation produite par les ferments de la caséine est due à une sécrétion de présure; celle que donne le ferment lactique est provoquée par une production d'acide lactique. La réaction du lait n'est donc pas la même dans les deux cas: elle est neutre dans le premier et acide dans le second.

Ensuite, la composition du caillot n'est pas la même : le phosphate de chaux reste en suspension dans le coagulum formé par la présure des microbes ; il se dissout plus ou moins dans celui qui est formé par l'acide lactique sécrété par le ferment lactique, et il s'en va avec le sérum. Les cendres laissées par la calcination ne sont donc pas les mêmes ni en même quantité dans les deux cas.

Enfin, outre la présure qui coagule le lait, les ferments de la caséine sécrètent la caséase qui dissout le caillot. Au contraire, les ferments lactiques ne dissolvent jamais la caséine précipitée par la présure. Il y a donc deux moyens principaux de reconnaître si un microbe donné, qui coagule le lait, est un ferment de la caséine ou un ferment lactique : on peut interroger la réaction du liquide, ou laisser le lait pendant quelque temps à l'étuve et voir si la caséine se dissout. Cependant M. de Freudenreich prétend avoir trouvé, en ces derniers temps, des ferments lactiques qui produisent de la caséase lorsqu'on les cultive sur un milieu neutre ou alcalin.

Nous reviendrons sur cette question, en étudiant la maturation des fromages.

La *caséase* est une diastase qui agit à l'inverse de la présure et redissout le caillot que la présure avait formé. Elle peut agir à toutes les températures, bien qu'elle préfère une température de 30° à 35°. Si donc le lait est au froid, la caséase peut agir avec lenteur, il est vrai, mais sûrement, alors que la présure n'agirait pas.

L'action de la caséase peut être très rapide. Lorsque le lait est à 35° environ, il suffit de quelques minutes pour le décolorer et transformer la caséine en une matière incoagulable par la présure ou par les acides, même à la chaleur.

M. Duclaux a donné le nom de *caséone* à cette caséine solubilisée par la caséase des microbes, pour rappeler sa parenté avec la caséine et les peptones. Cette transformation de la caséine est due à une hydratation suivie ou non de dédoublement.

Il est très difficile de mesurer l'action de la caséase ; cette question n'a pas été étudiée méthodiquement, et on ne peut apprécier l'activité d'une caséase que par l'examen des caractères extérieurs : l'accroissement de transparence qu'elle produit dans le lait, ou encore l'augmentation de caséine soluble et filtrable à travers la bougie Chamberland.

En opérant avec un liquide riche en caséase provenant d'une culture de *Tyrothrix*, M. Duclaux a trouvé que la décoloration demandait :

15	minutes	avec	1 volume	de lait	et	1 volume	de liquide	diastasifère.
45	»	»	2 volumes	»		1 »	»	»
90	»	»	3 »	»		1 »	»	»

Comme pour la présure, il n'y a pas proportionnalité entre le temps et les quantités de caséase.

Ajoutons que les organismes producteurs de caséase liquéfient également la gélatine ; de sorte qu'il est facile de les reconnaître.

D'ailleurs, tous les ferments de la caséine peuvent trans-

former non seulement la caséine, mais encore les autres substances albuminoïdes, la fibrine, la gélatine, l'albumine précipitée, etc. Ce sont donc des agents puissants de la putréfaction. Mais tous ne détruisent pas la caséine avec la même énergie : les *Tyrothrix* sont au premier rang et particulièrement le *Tyrothrix tenuis*. Les moisissures sécrètent également de la caséase, mais en proportion beaucoup moindre et les levures en moins grande quantité encore.

Étudions maintenant les produits formés par les ferments de la caséine aux dépens de cette substance.

Nous avons vu que ces ferments sécrètent deux diastases : la présure et la caséase. Lorsque la caséine a été précipitée par la présure, elle est blanche, opaque, friable. Quelle modification a-t-elle subie dans cet état ? On ne le sait pas au juste, mais on connaît au moins un certain nombre de faits qui permettent d'aborder le problème, sinon de le résoudre complètement.

Il résulte des travaux de Hammarsten, Arthus, Soxhelet et Soldnen, Duclaux, que les sels de chaux jouent un rôle très important dans la coagulation du lait par la présure. En leur absence, la présure ne coagule pas la caséine. Son rôle serait de préparer la caséine à se coaguler sous l'action de ces sels de chaux.

Si on maintient à la température de 40° pendant quelques minutes une solution de caséine ou de lait privé de ses sels solubles de chaux, par l'oxalate d'ammoniaque et le fluorure de potassium, ainsi que l'a fait M. Arthus, en présence de présure, il ne se fait pas de coagulation. On peut même porter le liquide à l'ébullition et détruire par conséquent la présure ; si on ajoute ensuite du phosphate de chaux, la solution se coagule. On admet généralement que la caséine, sous l'influence de la présure, se dédouble en deux substances : la paracaséine, très peu soluble et qui se précipite, et l'albumine du sérum qui reste en solution. M. Arthus pense que la paracaséine coagulée est

[illegible]

[illegible] de la pepsine et de la trypsine. On ne sait rien sur la constitution chimique de cette substance et on ignore de quelle autre matière albuminoïde on peut la rapprocher. Les travaux récents sur la chimie des matières albuminoïdes tendent à faire admettre que les peptones de pepsine et de trypsine sont identiques. En est-il de même des peptones de caséine (caséone) et des peptones

de différentes albumines élémentaires ? Nos connaissances sur la chimie de ces substances ne nous permettent pas de trancher la question.

La caséone n'est pas le seul produit de l'action de la caséase. M. Duclaux a cru longtemps que cette diastase ne pouvait pas pousser plus loin la dissociation de la molécule albuminoïde ; mais on sait aujourd'hui qu'elle peut donner lieu à une formation de leucine et de tyrosine.

Quel est le mécanisme de cette transformation ?

Il est probable qu'il faut rapprocher ces phénomènes de ceux, plus connus, ayant lieu également sous l'action des diastases : l'hydratation de l'amidon, l'inversion du sucre. Ils sont vraisemblablement dus à une hydratation suivie ou non de dédoublement.

Suivant les cas, les ferments de la caséine poussent leur action beaucoup plus loin encore et désorganisent complètement la molécule de la caséine dont probablement tous les chaînons sont dissociés.

Ceux que l'on a reconnus jusqu'ici sont : la tyrosine, la leucine, les sels ammoniacaux, les acides gras et enfin le carbonate d'ammoniaque.

On trouve tous ces corps dans les fromages mûrs. Les produits plus complexes et moins connus ont été étiquetés sous le nom de matières extractives.

II

RÔLE DES MICROBES DANS LA MATURATION DES FROMAGES

Pour pouvoir suivre le détail des phénomènes qui se déroulent pendant la maturation des fromages, il faut attendre que nous connaissions moins imparfaitement les agents qui interviennent et les conditions biologiques de leur existence dans ce milieu de culture. Tâchons néanmoins de nous rendre compte, aussi bien que possible, des

phénomènes principaux en utilisant les données que nous avons acquises sur la fermentation de la caséine.

Il est bien établi aujourd'hui que la maturation des fromages est l'œuvre des microbes, des ferments de la caséine. Cette doctrine est fondée, non seulement *à priori* sur le raisonnement, mais directement sur l'expérience. On croyait autrefois que le goût et l'arome spéciaux des fromages étaient dus au sol, à la race de la vache fournissant le lait, etc., etc. Quelques rares fromagers conservent encore cette opinion. Le bon sens suffit cependant à faire voir que ces qualités spéciales ne préexistent pas dans le lait, mais qu'elles se développent ultérieurement, au cours du travail que subit le fromage pendant cette période que l'on a appelée sa *maturation*.

Si on stérilise du lait en recourant à la méthode primitive de Tyndall, par 5 chauffages à 100°, de 1 minute chaque jour, et qu'on le coagule par de la présure aseptique (filtrée au Chamberland), on peut, sans assister aux modifications que l'on observe pendant la maturation des fromages, conserver indéfiniment le caillé.

Si on en fait, comme M. Marchal, un fromage à croûte épaisse, plus difficilement infectable par les germes extérieurs, on constate que ce fromage ne mûrit pas. Les seules modifications que l'on observe sont dues à une oxydation légère de la matière grasse.

On arrive aux mêmes conclusions en rendant le caillé stérile par l'emploi d'antiseptiques tels que le thymol, la créoline, etc., qui n'exercent aucune action sur les matières albuminoïdes du lait (Adametz).

Mais d'où viennent les microbes de la maturation des fromages? Préexistent-ils dans l'atmosphère? L'air et les ustensiles de la fromagerie sont-ils les agents de leur dissémination ?

Cette question a une importance considérable pour la Belgique. On a fréquemment agité la question de savoir si on trouverait chez nous les agents nécessaires à la matu-

ration des fromages dont la fabrication est prospère à l'étranger, et s'il suffirait d'aller chercher ces espèces actives dans ces pays pour peupler nos fromageries. Ce serait trop commode !

La suite de cette étude montrera que c'est bien moins par l'ensemencement des espèces déterminées que par la connaissance de la biologie de ces êtres que l'on pourra arriver à la solution de cette question pratique. Sans doute, des espèces déterminées sont généralement nécessaires pour faire mûrir un fromage, mais il importe que toutes les pratiques de la fabrication concourent à leur assurer la prédominance dans le milieu. Il est bien inutile d'ensemencer les fromages avec des espèces microbiennes de choix, si celles-ci sont condamnées à être supplantées par des germes quelconques de l'atmosphère, parce que le milieu n'est pas favorable à leur développement. Or ces germes antagonistes sont légion. Quels que soient les soins dont on entoure les vaches, si correctement que se fasse la traite, si propres que soient les ustensiles, le lait est toujours riche en microbes. On y trouve généralement de 10 000 à 20 000 microbes par centimètre cube. Ils sont introduits de diverses manières : par l'animal dont le corps est fréquemment souillé de déjections qui tombent dans le lait pendant les manipulations de la traite; par les mains du trayeur; par les bidons ; par l'atmosphère des étables ; etc.

Toutes ces causes d'infection suffiraient à expliquer la teneur élevée du fromage frais en microbes variés, mais il faut y ajouter la présure, les ustensiles et l'atmosphère de la fromagerie.

Parmi les organismes que l'on trouve dans le fromage frais, M. Marchal a isolé les suivants : *penicillum glaucum*, divers *oospora* (oïdium lactis), *dematium*, *stysanus*, *stemonitis*, etc. ; des levures caséeuses, des ferments lactiques, *Tyrothrix*, bacille du foin et un certain nombre de microbes, hôtes habituels des fèces, fumiers, sol ; de nombreux agents de la décomposition des matières organiques. L'air

des fromageries est aussi très riche en microbes et particulièrement en microbes concourant activement à la maturation des fromages ; il en est de même des ustensiles que l'on a l'habitude de nettoyer avec du *wei* chaud.

La présure apporte également un grand nombre de microbes, surtout lorsqu'on se sert de présure à l'aisy comme pour la fabrication du gruyère. Disons en passant que dans la fabrication de ce fromage, les ferments de l'aisy et de la recuite n'interviennent pas dans la maturation, ainsi que l'a démontré M. Marchal. Les microbes de la maturation de ce fromage sont généralement amenés par le lait. Non seulement ces ferments de l'aisy ne sont pas nécessaires, mais ils donnent souvent lieu à des accidents de fabrication : il arrive que l'aisy, au lieu d'être le siège d'une simple acidification, fermente tumultueusement sous l'influence de microbes particuliers qui s'y trouvent accidentellement. Certains de ces microbes, peu sensibles à l'action de la chaleur, passent dans la recuite, infestent les présures et donnent lieu à des fermentations anormales du fromage, en sorte qu'un mauvais aisy peut donner lieu à toute une série de pièces gâtées. Pendant la mise en présure (à 30° environ) et les autres manipulations, les microbes se développent rapidement. Beaucoup d'entre eux restent emprisonnés dans les mailles du caillé, après qu'il a été soumis à l'action de la presse ; de fait, le sérum contient beaucoup moins de microbes que le caillé.

Suivons maintenant le processus de la maturation. Il peut se décomposer en deux stades :

1. La destruction du sucre de lait ;
2. La maturation proprement dite.

Au début du phénomène, les ferments lactiques prennent le dessus ; ils envahissent rapidement le caillé et transforment le sucre de lait en acide lactique. C'est alors que le caillé prend un aspect gras et onctueux qui permet

sa mise en forme que l'on fait généralement précéder du salage.

Le milieu est alors impropre au développement des ferments de la caséine, qui exigent un milieu neutre, et il est nécessaire qu'il intervienne à ce moment un autre organisme pour détruire l'acide lactique. Ce rôle est généralement rempli par des moisissures : le *penicillum glaucum* dans le fromage de Brie, l'*oïdium lactis* dans le fromage de Herve.

Lorsque le milieu est neutre, les ferments de la caséine, véritables agents de la maturation, apparaissent et prennent la prédominance dans le milieu.

Y a-t-il des ferments spéciaux à chaque fromage, ou bien la maturation d'un fromage peut-elle être faite indifféremment par l'un ou par l'autre de ces ferments ?

Il existe encore aujourd'hui une grande confusion dans la classification des espèces microbiennes ; il est donc impossible de trancher cette question dans l'état actuel de nos connaissances. Il paraît certain cependant que la maturation de certains fromages, comme, par exemple, du Roquefort, du Gorgonzola, du Brie, du Crasstoffé est due à des espèces bien déterminées. Il arrive, dans certains cas, qu'elle est faite par d'autres organismes, lorsque la fabrication ne marche pas régulièrement ; mais alors les fromages ont un goût différent et cela se comprend, puisque le goût doit varier avec les produits sapides formés par les microbes. Certains fromagers affirment que des organismes quelconques peuvent faire mûrir tous les fromages ; il suffirait qu'il y eût des microbes ; les différences proviendraient de la façon donnée aux fromages ; mais ils n'en fournissent aucune preuve et tout ce que l'on connaît de la biologie des microbes dément cette supposition gratuite. On sait, en effet, que chaque microbe donne lieu à la formation de produits spéciaux. Les *Tyrothrix* de Duclaux ont chacun leur façon de désorganiser la caséine et développent dans le lait une odeur et une saveur

spéciales ; il ne peut donc être indifférent de remplacer ces organismes l'un par l'autre dans un fromage.

Nous avons vu, dans la première partie de cette étude, quelles sont les transformations que les microbes font subir à la caséine et quel en est le mécanisme. Les ferments de la caséine sécrètent de la caséase qui amène peu à peu la solubilisation de cette substance et, corrélativement à son action, la pâte blanche d'abord devient de plus en plus transparente et jaunâtre ; il y a formation de caséone. A côté de la caséone, on trouve les produits de désassimilation des microbes : ils commencent aux matières extractives pour finir à la tyrosine, la leucine, les sels ammoniacaux, les acides gras et enfin le carbonate d'ammoniaque.

La caséone est plus sapide que la caséine, mais ce n'est pas un produit savoureux et odorant. D'après M. Duclaux, ce n'est pas la substance sapide des fromages, dont le goût et l'arome particuliers sont dus aux produits de désassimilation des microbes.

Un fromage est mûr, dit M. Duclaux, quand il présente un mélange en proportions convenables des produits de l'action de la caséase et de ceux de l'action des microbes.

Si la caséase a poussé son action trop loin, le fromage coule. Si, au contraire, les produits de l'action des microbes sont trop abondants, le fromage devient piquant au goût et à l'odorat, car les microbes qui jouent le rôle prépondérant sont très aérobies et donnent des produits de combustion assez avancés et en particulier des acides gras volatils et de l'ammoniaque.

M. Duclaux a indiqué un moyen d'apprécier la part des microbes dans ce phénomène : il suffit de mesurer d'un côté la quantité de caséine devenue soluble dans l'eau et filtrable à la bougie Chamberland, et de l'autre la portion de l'azote de la caséine passée à l'état de carbonate d'ammoniaque et de sels ammoniacaux. On trouvera d'autant plus de caséine soluble que l'action de la caséase

aura été plus longue et plus énergique, d'autant plus de sels ammoniacaux que les ferments se seront plus multipliés et auront poussé plus loin leur action.

M. Duclaux a donné le nom de *Rapport de maturation* au résultat de la comparaison de la quantité de matière filtrable à travers la porcelaine et de la quantité totale de caséine existant dans le fromage.

$$\frac{\text{Caséine filtrable}}{\text{Caséine totale}} = \text{Rapport de maturation.}$$

Mais il ne faut pas attacher une valeur trop absolue à cette méthode d'appréciation; car, avec la caséine solubilisée on recueille aussi des produits de sa destruction lors de la filtration à la bougie Chamberland. Ce n'est donc qu'une mesure assez grossière, mais qui n'en a pas moins une réelle valeur au point de vue pratique.

Après avoir étudié les transformations du lactose et de la caséine, examinons celles de la matière grasse.

La matière grasse ne prend pas part au phénomène de la maturation, mais elle en subit le contre-coup : il se produit un commencement de saponification. Au début de la maturation proprement dite, la pâte est toujours alcaline et cette alcalinité croît progressivement. On s'explique donc parfaitement qu'il y ait un commencement de saponification. C'est pour cette raison que la pâte devient de plus en plus sèche, à mesure que le fromage vieillit et qu'il se forme de plus en plus d'acides gras cristallisés, qui remplacent la matière grasse. Les acides gras se combinent à l'ammoniaque.

Plus tard l'alcalinité de la pâte rend la vie des microbes difficile et même impossible; la matière grasse s'oxyde alors rapidement et donne naissance à des produits divers, mal connus, et dans lesquels figurent, d'après M. Duclaux, des résines, des oxyoléates d'ammoniaque et d'autres acides plus ou moins oxydés. Des sels ammoniacaux ou alcalins de ces acides ont une teinte noire plus ou moins

prononcée, et c'est à leur formation qu'il faut attribuer le noircissement de la pâte des fromages qu'on a laissés trop vieillir. A ce moment le fromage est devenu immangeable.

L'analyse chimique peut nous rendre assez exactement compte des phénomènes qui accompagnent la maturation des fromages. Elle doit porter sur les éléments suivants : l'eau, la matière grasse, les sels minéraux, la caséine totale, la caséine soluble, la caséine insoluble, le rapport de maturation, l'ammoniaque sous forme de sels ammoniacaux et les acides volatils.

La maturation des fromages a fait l'objet de nombreuses études de la part de M. de Freudenreich. Ses recherches ont porté particulièrement sur le fromage d'Emmenthal. Cet auteur croit que le rôle principal doit être attribué, non aux *Tyrothrix*, mais aux ferments lactiques et cela pour les raisons suivantes :

1° Les *Tyrothrix* sont plus rares dans le fromage que les ferments lactiques : on trouve des milliers de ferments lactiques par gramme de fromage, alors qu'il n'y a que quelques centaines ou quelques milliers de *Tyrothrix*.

Il est même souvent arrivé à M. de Freudenreich de voir l'ensemencement d'une ou de deux gouttes de l'émulsion de fromage (0,2 gr. dans 5 c^3 d'eau stérile) servant à faire des plaques, laisser le bouillon alcalin stérile bien que ce milieu soit éminemment favorable aux *Tyrothrix*, tandis que les ferments lactiques y poussent mal ou n'y poussent pas du tout.

2° Ensemencés en grand nombre dans un caillé stérilisé par la chaleur, les *Tyrothrix* en amènent rapidement la décomposition, mais y développent une amertume excessive et un goût détestable. Tous les fromages que M. de Freudenreich a ensemencés avec les *Tyrothrix* prennent un mauvais goût, et il serait tenté de croire que l'action des *Tyrothrix* est plutôt fâcheuse. D'après cet auteur, certains ferments lactiques sécrètent de la caséase et sont capables de solubiliser la caséine *lorsqu'on les cultive en*

milieu neutre et qu'on neutralise l'acidité au fur et à mesure de sa production. Dans ces conditions, les ferments lactiques peuvent solubiliser la caséine de manière à la rendre filtrable à travers la porcelaine et même pousser la décomposition jusqu'à la formation d'amides.

L'analyse des cultures a été faite par le procédé suivant : les cultures sont filtrées à la bougie Chamberland, puis on dose l'azote dans 25 centimètres cubes du filtrat. Dans une autre partie du filtrat, on précipite les substances albuminoïdes par l'acide phospho-tungstique ; un nouveau dosage de l'azote donne les produits de décomposition proprement dits, l'azote amidé. M. de Freudenreich a étudié les différents ferments lactiques qu'il a isolés du fromage de l'Emmenthal. Ils ont tous un pouvoir ferment différent.

Voici l'analyse d'une culture de ferment lactique sur du lait, d'après M. de Freudenreich.

Culture sur du lait du bacille ε, isolé de la présure de la fromagerie, âgée de neuf mois :

Réaction : neutre.
Couleur : brunâtre.
Arome : rappelant celui de la noisette
(arome du fromage de l'Emmenthal).

La culture est pure et ne contient que le bacille ε.

I. Teneur en azote de la culture filtrée	0,235 p. c.
II. Azote des amides	0,173 p. c.

La comparaison avec une culture faite avec un autre bacille ferment lactique va nous donner une idée de l'intensité de la solubilisation de la caséine par les ferments lactiques.

Culture sur du lait du bacille δ, âgée de neuf mois :

Réaction : légèrement alcaline.
Couleur : plus claire que les autres.

Les cultures donnent le bacille ensemencé.

I. Teneur en azote de la culture filtrée	0,094 p. c.
II. Azote des amides	0,053 p. c.

Tout dernièrement M. de Freudenreich a obtenu un résultat très intéressant, tant au point de vue scientifique que pratique : il a réussi à obtenir du fromage d'Emmenthal en ensemençant, avec des cultures pures de ferment lactique, du caillé provenant de lait pasteurisé. La maturation a duré 3 à 4 mois. Les cultures de contrôle faites avec des parcelles de fromage ne contenaient guère que les ferments lactiques ensemencés.

Que faut-il penser des résultats de M. de Freudenreich ?

Tout d'abord il nous paraît établi que les ferments lactiques jouent un rôle dans la maturation proprement dite de certains fromages. Mais peut-on dire qu'ils jouent le rôle principal et que ce sont les seuls agents actifs ? Cette opinion paraît exagérée et outrepasser les conclusions qu'il est permis de tirer des faits connus. En tous cas, il n'est pas possible de généraliser cette théorie en l'étendant à tous les fromages et particulièrement aux fromages mous. L'énergie avec laquelle les ferments lactiques attaquent la caséine est trop faible pour nous rendre compte de l'importance des phénomènes qui se passent dans la maturation du fromage de Brie, de Herve, etc. D'ailleurs, les agents de la maturation de certains fromages sont sûrement connus. D'autre part, il y a des auteurs qui n'ont pas pu vérifier les conclusions de M. de Freudenreich au sujet de la fréquence des *Tyrothrix* dans les fromages en voie de maturation. Quoi qu'il en soit, on voit que les phénomènes qui se passent pendant la maturation des fromages sont très complexes et sont loin d'être debrouillés. Il est probable, ainsi que le pense M. Duclaux, qu'ils sont souvent dus à l'action de plusieurs organismes travaillant côte à côte. Peut-être y a-t-il une symbiose entre les ferments lactiques et les *Tyrothrix*.

Cela est possible. M. Schirokich croit que la maturation des fromages est due à une action combinée de la caséase et du ferment lactique, et qu'il faudrait l'intervention des ferments vivants; la présence d'acide lactique ne suffirait pas. Des recherches ultérieures seront nécessaires, pour élucider la part qui revient à chaque organisme ; elles conduiront, pensons-nous, à faire connaître le rôle exclusif utile de certains organismes.

III

ÉTUDE DE LA MATURATION DE QUELQUES FROMAGES MOUS

A la lumière des faits qui précèdent, nous allons étudier la maturation de quelques fromages, choisis parmi les fromages à pâte molle où la maturation est poussée très loin. Il sera nécessaire d'entrer dans quelques détails au sujet des procédés de fabrication, car toutes les manipulations sont commandées par les nécessités vitales des organismes qui entrent en jeu dans la maturation. On comprendra mieux combien sont étroites les relations qui existent entre les diverses phases de la fabrication, comment elles s'enchaînent et la part qui est due à l'intervention des microbes.

Nous ne parlerons pas des fromages à pâte dure, ni à pâte tendre, dans lesquels les phénomènes de fermentation sont peu prononcés. Toutes les pratiques de leur fabrication ont, d'ailleurs, pour but de réduire au minimum l'action de la caséase et de l'arrêter à son début.

Fromage de Roquefort

Primitivement ce fromage se faisait avec du lait de brebis dans la région des Causes, dans l'Aveyron ; aujourd'hui on le fait beaucoup avec du lait de vache.

Le lait est légèrement écrémé, car la matière grasse pourrait être un obstacle à l'aération de la pâte. Elle pourrait aussi s'oxyder ou se saponifier et communiquer ainsi un goût suiffeux au fromage.

L'agent essentiel de la maturation de ce fromage est le *penicillum glaucum* ; c'est cet organisme qui lui communique ses qualités délicates de parfum et d'arome.

Le caillé destiné à devenir du fromage de Roquefort est saupoudré avec de la semence de *penicillum glaucum* que l'on prépare de la façon suivante, d'après M. Duclaux : on fait un levain, moitié farine d'orge et moitié farine de seigle, et on acidifie avec un peu de vinaigre. La pâte bien levée est cuite au four, de façon à ce qu'elle soit très poreuse. Ce pain est ensuite abandonné à lui-même dans un endroit chaud et humide et déjà garni de pains en voie de moisir. La moisissure envahit à son tour le pain nouveau, mais ce n'est guère qu'en un mois ou deux qu'elle pénètre toute la masse. Ce pain est séché, broyé, tamisé ; il donne une poudre qui va servir à l'ensemencement des fromages au moment du moulage. On fait habituellement trois couches de caillé dans le moule et l'on saupoudre chaque fois avec de la poudre de pain moisi.

Pendant la première période, le fromage doit rester assez humide et assez acide pour favoriser le développement du mycelium de la moisissure qui pénètre toute la masse.

Nous décrivons ici l'ensemencement du fromage de Roquefort tel qu'il est fait dans cette région par les fromagers, sans prétendre que cette façon de procéder soit correcte et non susceptible d'amélioration. Il serait évidemment beaucoup plus rationnel d'ensemencer les fromages avec des cultures pures de cette moisissure, ainsi que l'ont fait M. Marchal à Mamirolles et MM. Costantin et Ray pour le fromage de Brie. Il est vrai que, d'après certains fromagers, il serait inutile d'ensemencer les fromages avec des cultures pures de microbes, parce que ces

germes se trouvent dans l'air et sur tous les agrès de la fromagerie. Mais cette opinion ne tient pas debout.

L'ensemencement abondant du caillé sert à donner le pas au *penicillum glaucum* sur les autres espèces microscopiques qui se trouvent déjà dans la pâte ou qui y arrivent accidentellement. Mais cette avance ne suffirait pas pour assurer le développement de la moisissure parce que, bien qu'elle ne soit pas difficile sur ses conditions d'existence, elle pourrait encore être supplantée par les ferments habituels de la caséine.

Pour assurer la prédominance au *penicillum glaucum*, il faut donc non seulement un ensemencement abondant avec une semence aussi pure que possible, mais encore réaliser les conditions les plus favorables à son développement. On y arrive en utilisant une heureuse propriété de cette moisissure : elle se développe bien à basse température, entre 0° et 5°, alors que, généralement, les autres germes se développent très peu. On porte donc les fromages dans des caves froides et humides, les *caves de Roquefort*, où la maturation se fait lentement mais régulièrement.

La maturation du fromage de Roquefort doit se faire dans une atmosphère confinée pour empêcher le développement des microbes aérobies à la surface et aussi des filaments aériens de la moisissure ; c'est dans ce but qu'on empile les fromages les uns sur les autres, de façon à réduire au minimum la surface de contact avec l'air, et aussi qu'on brosse ou qu'on racle la surface des pièces.

Par contre, il faut aérer la pâte à l'intérieur : c'est pour cette raison qu'on crée des voies directes de pénétration de l'air dans le fromage, soit à l'aide d'une épingle, soit avec une machine spéciale. Au bout de 30 à 40 jours le fromage est persillé de bleu dû à la moisissure. La maturation est encore peu avancée, car cet organisme ne sécrète que peu de caséase, mais le fromage peut déjà être livré à la consommation. La maturation s'achève peu à peu.

Composition d'un fromage de Roquefort mûr (Duclaux) :

Eau	38,84 gr.
Matières grasses	35,18
Caséine	20,00
Sel marin	4,21
Sels minéraux	1,77
	100,00
Caséine filtrable	8,81
Rapport de maturation	0,44
Ammoniaque par kilogr.	5,80
Acide butyrique	2,10

Il faut attacher une grande importance à l'ensemencement de la cave de maturation du fromage de Roquefort par le *penicillum glaucum*. Il est évident que l'on ne pourrait pas faire mûrir dans la même cave des fromages dont la maturation est faite par d'autres organismes, comme par exemple l'*oïdium lactis*. Cet organisme aurait vite supplanté le *penicillum glaucum* et il serait impossible d'obtenir du fromage de Roquefort.

Fromage de Brie

Le caillé est fait par une coagulation lente, afin de laisser beaucoup de sérum dans la masse ; ce sérum est très acide par suite de la fermentation lactique que subit le sucre de lait.

La maturation du fromage de Brie est due à deux séries de microbes qui doivent se succéder à la surface du gâteau de caséum, et cela dans un certain ordre : d'abord le *penicillum glaucum*, puis d'autres ferments aérobies.

D'après MM. Costantin et Ray, il existe plusieurs races de *penicillum glaucum* plus favorables les unes que les autres. Il serait donc important de les rechercher, pour les cultiver et les utiliser dans la fabrication de ce fromage.

Le caillé n'est pas ensemencé artificiellement ; il s'ense-

mence de moisissures, soit par l'air soit par les claies sur lesquelles le fromage repose pendant l'égouttage. Elles ont pour mission de détruire l'acide lactique formé. Dès que le fromage est au séchoir, au bout de quelques heures, sa surface se couvre d'une couche blanche de filaments entrecroisés (mycelium de *penicillum glaucum)*. Cette moisissure aime les matières acides et les consomme. Mais il ne faut pas que ce mycelium se développe et recouvre toute la surface du fromage, parce qu'il l'épuiserait et le dessécherait trop rapidement. Il ne faut pas non plus qu'on laisse la moisissure donner ses spores (bleues ou noires, suivant les espèces) ; c'est un danger qu'il faut conjurer ; les fromagères de Brie l'appellent la maladie du *bleu* ou du *noir*. Aussi font-elles tous leurs efforts pour l'éviter, en soumettant le fromage à des retournements fréquents qui brisent les filaments sporifères. Il faut éviter également que la température ne soit trop élevée, car elle favorise la formation des spores.

Sous l'influence de la végétation, on voit l'acidité diminuer peu à peu, puis disparaître dans les couches superficielles. Dès qu'elles sont neutres ou à peu près, on voit apparaître çà et là, au-dessous de la couche de blanc, surtout dans les petites anfractuosités, une couche rougeâtre formée d'une masse glaireuse de diverses espèces dont l'apparition est attendue presqu'à heure fixe par les fromagères attentives. Ce sont des *Tyrothrix* aérobies qui finissent par supplanter la moisissure. Ils sont chargés de faire la maturation proprement dite du fromage. Ils pénètrent de leur caséase la pâte, qui devient jaunâtre et translucide.

La maturation marche par tranches parallèles, de l'extérieur vers l'intérieur, au lieu de se faire dans toute la masse à la fois.

Pour ce mode de maturation, il faut évidemment avoir la plus grande surface possible pour le plus petit volume de pâte ; la forme du fromage sera donc une forme aplatie.

La caséase n'est pas seule à pénétrer le fromage. Il y a aussi, marchant dans la même direction, les produits divers de l'activité vitale des microbes qui entrent en jeu. Ce sont ceux de ces produits qui sont sapides et odorants qui donnent à la pâte sa saveur caractéristique. Sans eux, la caséine solubilisée par la caséase donnerait un produit fade.

Composition du fromage de Brie mûr (Duclaux) :

Eau	49,73
Matières grasses	28,74
Caséine	17,16
Sel marin	3,42
Sels minéraux	0,95
	100,00
Caséine filtrable	6,57
Rapport de maturation	0,38
Ammoniaque par kilogr.	3,31 gr.

Fromage de Herve

La maturation de ce fromage a été étudiée par M. Marchal.

Dans le fromage de Herve de maturation modérée, on rencontre normalement quatre espèces microbiennes :

1° Une bactérie liquéfiante, en très grande quantité, appartenant au groupe physiologique des *Tyrothrix* de M. Duclaux. C'est un agent énergique de la maturation des fromages : il sécrète une caséase très active. Il est aérobie. Il se développe mal en milieu acide et il n'attaque ni le sucre de lait, ni la matière grasse.

2° Un bacille qui attaque le sucre de lait pour le transformer en acide lactique ; c'est donc un ferment lactique. Il ne touche ni à la caséine, ni à la matière grasse.

3° Une levure. Cet organisme n'a pas d'action bien énergique sur aucun des éléments du lait : il jouit d'un léger

pouvoir peptonisant vis-à-vis de la caséine ; il agit un peu sur le lactose, dont il transforme une partie en alcool. Il ne doit jouer qu'un rôle tout à fait insignifiant dans le fromage de Herve ; cependant il en est un hôte normal.

4° A la surface on trouve l'*oïdium lactis*. Ainsi que nous l'avons vu déjà, cet organisme transforme le sucre de lait partiellement en alcool. En même temps, il est un ferment très actif de la caséine qu'il transforme en caséone, en sels ammoniacaux et en acides gras volatils. Il prend une large part dans la maturation du fromage de Herve. Bien que localisé à la surface, ses diastases diffusent de proche en proche jusque dans les parties les plus profondes.

Comment se superposent les activités de ces microorganismes dans la maturation du fromage de Herve ?

Lorsque le caillé est égoutté, mis en moule et pressé, on le porte au séchoir ; il conserve encore une partie de son petit-lait. Le sucre que renferme ce dernier devient rapidement le siège d'une fermentation lactique sous l'influence du bacille (2°) qui est un ferment lactique.

Lorsque la pression a été insuffisante ou lorsque la coagulation et l'égouttage ont été défectueux, il peut se faire qu'il reste dans le fromage une quantité telle de sérum, que la dose d'acide lactique produit est incompatible avec l'évolution des ferments peptonisants, qui sont incapables de se développer en milieu très acide. Le fromage reste alors « blanc mort » et ne fermente pas.

Mais dans les conditions ordinaires de fabrication, la fermentation lactique est peu intense et le processus de maturation s'établit rapidement. L'*oïdium lactis* joue un rôle important au début de la maturation. Il remplit de ses filaments dissociés la couche la plus externe de la masse caséeuse, en modifie la réaction en brûlant l'acide lactique et surtout en produisant des composés ammoniacaux aux dépens des matières albuminoïdes. A la faveur de la réaction alcaline ainsi engendrée, les bactéries peptonisantes qui préexistaient dans le lait et le fromage

frais, mais n'avaient pu évoluer jusqu'ici, se multiplient abondamment dans la couche externe, puis progressivement vers le centre; la maturation se poursuit ainsi d'une façon centripète.

Quant à la levure, son rôle est tout à fait effacé et l'on peut dire que trois organismes coordonnent leur activité pour assurer la maturation du fromage de Herve : deux bactéries, un ferment lactique et un *Tyrothrix*, et une moisissure superficielle, l'*oïdium lactis*. Ce dernier joue un rôle analogue à celui du *penicillum glaucum*, dans l'affinage des fromages moisis : le Brie et le Camembert.

Composition d'un fromage de Herve demi-gras et mûr (Marchal) :

Eau	45,1
Matière sèche	44,9
Matière grasse	16,8
Caséine totale	23,80
— insoluble	15,74
— filtrable	7,06
Cendres totales	4,30
— du lait	1,02
Sel marin	2,28
Ammoniaque	2,7 par kilogr.
Acide butyrique	5,3 —
Rapport de maturation	0,33

Ces quelques exemples suffiront à montrer le rôle important que jouent les microbes dans la maturation des fromages.

En dernière analyse, *faire des fromages, c'est faire une culture de microbes*, et cela dans les plus mauvaises conditions, puisqu'il faut assurer la prédominance d'un ou plusieurs organismes donnés, sans pouvoir stériliser le milieu au préalable et sans avoir recours à un ensemencement méthodique. Le problème est donc extrêmement compliqué, et on s'explique parfaitement que cette fabrica-

tion soit si délicate et donne si souvent lieu à des accidents d'autant plus désastreux que nous n'avons pas de moyens de les enrayer. La fromagère devrait donc connaître, pour préparer son milieu de culture, non seulement les espèces qu'elle va cultiver, mais encore les conditions biologiques de leur développement. Cette opinion paraîtra peut-être un peu exagérée aux personnes étrangères à cette fabrication, mais il n'en sera pas de même pour celles qui en font leur occupation. Quant à nous, nous pensons qu'il est possible de faire, de cette façon, des fromages d'une qualité bien supérieure à ceux que nous produisons si péniblement maintenant et d'éviter de nombreux accidents de fabrication, sinon de les supprimer. Ce serait s'exposer à de graves désagréments que de vouloir méconnaître ces données scientifiques. Les tentatives que nous avons faites en Belgique pour essayer la fabrication des fromages ont été suffisamment malheureuses pour que nous ne persistions pas dans nos anciens errements.

C'est des études bactériologiques qu'il faut surtout attendre les perfectionnements en fromagerie. La voie est ouverte et nous pouvons compter sur des découvertes prochaines et importantes, qui donneront lieu à des applications pratiques : la détermination des espèces encore peu connues qui font mûrir les différents fromages et des conditions favorables de leur action grâce auxquelles il sera possible de simplifier et de perfectionner les procédés et, en un mot, d'arriver à une fabrication rationnelle. Ce jour-là, la science aura bien mérité de l'agriculture nationale.

Dr M. Henseval.

---

publique, de M. Nyssens, ancien ministre de l'Industrie et du Travail, et d'un grand nombre de savants étrangers.

A tant de témoignages d'estime et de vénération, la REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES tient à honneur d'ajouter le tribut de sa profonde reconnaissance. La *Société scientifique de Bruxelles*, dont elle est l'organe, doit beaucoup à M. Louis Henry : elle se fait gloire de le compter parmi ses membres, depuis son origine, et parmi ses anciens présidents ; elle apprécie hautement l'infatigable collaboration du chimiste éminent qui honore si assidûment ses réunions et enrichit si généreusement ses ANNALES de savantes communications.

La *Société scientifique* était plus spécialement représentée à ces belles fêtes par M. Ch. Lagasse-de Locht, son président en exercice au moment de la formation du Comité d'organisation, par M. le Professeur Mansion, son secrétaire général, et par le R. P. Lucas, S. J., secrétaire de la Section des sciences physiques et chimiques. En outre, le Conseil de la Société, dans sa séance du 12 juin 1900, a voté une adresse de félicitation à M. Louis Henry : nous en reproduisons ici le texte, que nous faisons suivre du discours de M. Maurice Delacre.

ADRESSE DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES A M. LOUIS HENRY

Monsieur et cher Confrère,

La *Société scientifique de Bruxelles*, dont vous êtes l'un des fondateurs, dont vous avez été deux fois Président et qui vous compte au nombre de ses membres les plus actifs, s'est associée de tout cœur à la manifestation grandiose organisée en votre honneur, le 7 juin dernier,

Louis Henry

par l'Université de Louvain, par vos élèves, vos amis et vos admirateurs.

Elle a été représentée à cette solennité par son président sortant, M. Lagasse-de Locht, par son secrétaire général et par le secrétaire de la seconde section, à laquelle vous avez communiqué tant de travaux importants depuis un quart de siècle, par plusieurs de ses membres encore et, enfin, par M. Delacre, votre ancien élève et votre ami, qui, dans un discours magistral, a si bien apprécié votre œuvre scientifique.

Le Conseil de la *Société scientifique*, réuni aujourd'hui pour la première fois depuis la manifestation du 7 juin, est heureux de s'y associer en vous envoyant l'expression de ses vœux de confraternité.

Il salue en vous, d'abord le président zélé à l'initiative duquel on doit l'institution des concours de la Société et l'organisation d'un système de subsides destinés à l'encouragement des recherches expérimentales ; le savant conférencier qui, au début de la Société, traça d'une main si sûre la voie qu'elle devait suivre et lui signala avec tant de perspicacité les écueils à éviter.

Mais la *Société scientifique de Bruxelles* tient surtout à vous exprimer sa reconnaissance pour votre collaboration active, incessante à ses ANNALES. Vous avez publié dans notre recueil, trois ou quatre grands mémoires, notamment votre travail si important sur la *polymérisation des oxydes métalliques ;* vous y avez inséré vingt-cinq à trente de ces notes substantielles où vous résumiez, année par année, le fruit de vos savantes recherches sur la *solidarité fonctionnelle et la volatilité des composés carbonés*, sur les *lois de nombre*, etc., etc. Ce sont surtout ces contributions, signées de votre nom, qui assurent à nos ANNALES, dans le domaine de la Chimie, une valeur durable.

Puissiez-vous longtemps encore continuer à honorer, par vos travaux, à la fois la patrie belge et la grande

Université dont vous êtes l'une des gloires ; puissiez-vous collaborer pendant de longues années encore aux ANNALES DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES et y publier, quelque jour, comme vous nous l'avez fait espérer, le couronnement de votre œuvre, cette *Philosophie chimique* à laquelle vous avez consacré tant de méditations et de recherches !

C'est le vœu de la *Société scientifique* tout entière, c'est celui de son Conseil qui est heureux de vous en envoyer l'expression en même temps que l'hommage de ses sentiments d'estime et d'admiration.

POUR LE CONSEIL :
Le Secrétaire général,
P. Mansion.

Bruxelles, 12 juin 1900.

DISCOURS DE M. MAURICE DELACRE

Messeigneurs, Messieurs,

En vous conviant à cette fête, le Comité avait le devoir de vous rappeler les services rendus à la science par celui auquel, élèves, collègues, amis, vous avez voulu donner une marque si éclatante de votre estime, de votre admiration.

Comment, en effet, toucher mieux le cœur du savant, comment le fêter plus dignement, qu'en rappelant ici, en sa présence, les problèmes qui furent les préoccupations les plus chères de sa vie, le culte désintéressé qu'il voua à la science, les succès qui vinrent couronner ses efforts ?

Mais c'est moins au professeur, l'un des plus distingués de cette Faculté qui eut l'honneur de posséder Van Beneden et Gilbert, qu'au Maître y créant un foyer de vie scientifique, c'est moins au Maître qu'au savant, orgueil

de la science belge, que les organisateurs de cette manifestation ont voulu rendre hommage aujourd'hui.

Aussi les principales illustrations de la science à laquelle M. Henry a consacré sa vie, ont voulu affirmer par leur présence dans le Comité d'honneur les services que les chimistes doivent à la carrière de notre Jubilaire.

La liste des noms que vous avez eue sous les yeux dit assez quels savants eussent pu, avec une autorité incontestable et une compétence absolue, vous parler des travaux de M. Henry. Mais plusieurs d'entre nous ont estimé qu'un élève direct du Maître était désigné pour cette tâche ; d'autres, désirant donner à cette manifestation un caractère plutôt scientifique que simplement universitaire, proposèrent de choisir en dehors de ses élèves attachés à cette Université de Louvain.

Je dus m'incliner.

En acceptant le périlleux honneur de retracer devant cette brillante assemblée la carrière scientifique de M. L. Henry, je n'ai pas l'intention de vous donner l'analyse complète de travaux qui ont exigé plus de quarante ans de labeur. Il est toujours instructif, il est vrai, de suivre le savant dans les phases journalières de son développement, mais il ne l'est pas moins de chercher la pensée directrice de son travail quotidien ; je ne veux pas faire autre chose qu'esquisser dans leur ensemble les recherches auxquelles notre collègue a consacré tous les instants de sa longue carrière.

Mais la fortune des chimistes est liée aux conditions matérielles dans lesquelles ils sont placés ; d'autre part, pour juger des progrès réalisés par un savant, il est nécessaire de reconstituer le milieu scientifique où il a débuté.

Nous qui, en abordant l'étude de la chimie, avons trouvé toutes faites des théories séduisantes, expliquant la majorité des faits connus et permettant d'en prévoir un grand nombre, nous qui avons trouvé tout organisés des laboratoires que nos pères auraient considérés comme des palais,

des maîtres qui nous ont mis sans peine au courant de l'état actuel de la science, nous pouvons difficilement nous faire une idée de la force de volonté qu'il fallut pour devenir chimiste dans les conditions où se trouvait M. Henry en 1851, à l'origine de ses études.

Il est curieux de constater que les seuls chimistes belges d'alors qui ont, plus que tous autres, laissé un nom dans la science étaient Louvanistes. Acclimaté dans cette ville, M. Henry devait être le troisième de cette glorieuse lignée qui comptait déjà Stas et Melsens. Cependant, aucun de ses deux aînés ne lui fut de secours ; ils professaient tous deux à Bruxelles et n'avaient pas, à proprement parler, d'école.

On peut dire que M. Henry fut livré à ses propres forces, mais son caractère n'est pas de ceux qui capitulent devant les difficultés ; l'ardeur avec laquelle il se livra à l'étude de toutes les branches de l'Histoire naturelle — qui faisaient, en 1853, partie du programme du Doctorat en sciences — ne put lui faire perdre de vue sa science de prédilection. Et cependant, que de difficultés pour en aborder l'étude en l'absence d'un laboratoire, et privé, comme on l'était alors dans les Universités belges, de direction scientifique, au point de vue du travail pratique, dans ce domaine des sciences physiques.

Ces difficultés ne l'éloignèrent pas de la chimie au profit d'une science plus attrayante et d'un abord plus facile ; loin de là, elles redoublèrent son ardeur et, abandonné à lui-même, son esprit acquit cette forte trempe qui est l'apanage de tous les hommes qui ont eu le courage de se forger à eux-mêmes un enseignement.

Mais c'était peu d'être privé de toutes les facilités dont nous jouissons aujourd'hui, sans laboratoire, et obligé de commencer son éducation pratique dans un réduit de la maison paternelle. La science elle-même s'ouvrait devant lui comme un véritable labyrinthe.

Berzélius était mort, mais la théorie dualistique était

encore maîtresse du terrain. La proposition de Gerhardt de doubler le poids atomique du carbone ne s'était pas relevée du dédain du grand chimiste suédois ; l'hypothèse d'Avogadro ne pouvait donc avoir force de loi ; la classification sériaire manquait de réalité objective. Le désordre régnait dans la chimie organique. Il est vrai que peu à peu la théorie des types s'épurait à la flamme de l'expérience, qu'insensiblement les travaux de Williamson, Berthelot, Wurtz, Hofmann, couronnés par ceux de Kékulé en 1858, faisaient sortir de cette gangue la théorie atomique dans toute sa pureté.

Mais comment, en 1854, M. Henry pouvait-il être mis au courant des idées des jeunes révolutionnaires d'alors ? Ce n'était évidemment pas par l'enseignement qu'il avait reçu sur les bancs de l'Université.

Martens était professeur de chimie. C'était un homme d'un savoir étendu et varié. De nombreux travaux, se rapportant surtout à la théorie électro-chimique, l'avaient fait honorablement connaître dans le monde savant de ce temps-là. Le dualisme de Lavoisier et la théorie électro-chimique de Berzélius constituaient le fond de ses idées ; il y adhérait comme à la vérité même. A la fin de l'année 1862, il adressait à Dumas une lettre curieuse au plus haut point. C'est une véritable profession de foi chimique qui révèle à l'évidence son état d'âme. J'y relève les passages suivants :

« Si tous les corps composés doivent se rapporter, comme l'enseigne la nouvelle école, à un petit nombre de types fondamentaux... il faudra changer nos principales théories chimiques.

» ..... Une véritable révolution devra s'opérer en chimie. Les lois de combinaison et de décomposition des corps, la théorie électro-chimique, la doctrine des équivalents, telle qu'elle a été formulée jusqu'ici, les lois de composition des sels, n'ont plus de raison d'être. Aussi, disons-le hautement, il règne en ce moment une véritable anar-

chie dans la science, et si quelque chimiste d'une haute intelligence et d'une réputation européenne ne parvient à jeter quelque lumière dans ce dédale, on ne saura bientôt plus quelle direction il faut donner à l'enseignement de la chimie (1). »

Quelques mois après, M. Henry prenait la succession de Martens ; les idées nouvelles acquéraient droit de cité à Louvain, devant un auditoire tout étonné de voir que rien n'est plus clair et plus simple que la chimie organique, à la lumière des idées que son prédécesseur avait qualifiées de subversives.

Il est à peine besoin de vous dire, Messieurs, que pour opérer cette salutaire évolution, le jeune professeur n'avait pas suivi exclusivement les principes qui lui avaient été enseignés en Belgique. Comprenant tout l'avantage qu'il aurait à retirer d'un séjour dans un laboratoire bien outillé et sous la direction d'un maître habile, il s'était, sur le conseil de M. De Koninck de Liége, rendu à Giessen dans le laboratoire qui conservera dans l'histoire l'honneur d'avoir été l'un des foyers les plus vivaces de la science au XIXe siècle.

Là, il eut pour maître le successeur de Liebig, Will. Ses efforts devaient bientôt aboutir; il publiait, en 1859, un travail étendu sur un alcaloïde de singulière allure, la berbérine et ses sels.

Si brillants furent ses débuts que l'Université de Louvain désignait bientôt M. Henry pour occuper la chaire de Minéralogie, et c'est de là que, en 1863, il passa à la chaire de Chimie générale.

Les difficultés d'un enseignement que notre Maître dut refaire tout à neuf ne le détournèrent pas du but qu'il s'était tracé dès le début de sa carrière.

Les combinaisons aromatiques étaient fort en honneur

(1) Louvain, le 21 décembre 1862. COMPTES RENDUS DE L'ACAD. DES SCIENCES, t. LV, p. 918.

en Belgique à cette époque ; les premières recherches de M. Henry sur l'acide salicylique parurent en 1869.

Mais ce n'était évidemment qu'une digression à ses constantes préoccupations. Il avait assisté à l'éclosion scientifique de la théorie atomique, il avait vu se dégager peu à peu la notion de l'atome, la notion si féconde de l'enchaînement, les uns aux autres, des atomes de même nature. Ces idées neuves l'avaient frappé et séduit ; leur étude devait être pendant toute sa carrière le but de ses recherches expérimentales.

M. Henry aime à répéter qu'on n'étudie pas les lois de la vie dans les organismes complexes ; nous trouvons dans cette déclaration le secret de ses sympathies constantes pour les corps aliphatiques. Visant les lois des composés carbonés, non ces composés eux-mêmes, il a déserté la série aromatique, le brillant royaume des corps cristallisés, des parfums et des couleurs, pour ces produits aux allures modestes, presque tous semblables d'aspect, mais qui devaient le mener à la solution des problèmes qu'il s'était posés. C'est ce domaine de la série grasse qu'il a fait sien. Les chimistes étonnés ont pu admirer en maintes circonstances une collection de produits originaux comme bien peu d'entre eux pourraient en réunir, et qui montre par quelles conquêtes M. Henry s'est établi en souverain dans cette série.

C'est d'abord l'acide glycollique qui fixe son attention. Notre collègue trouve là un cas de ce qu'il a appelé l'hermaphroditisme chimique. Il étend bientôt ces considérations à l'acide lactique, ce qui le met sur la voie de la vraie constitution de la lactide, bientôt admise universellement.

C'est ensuite la glycérine. Parmi la pléiade des chimistes qui ont consacré leurs efforts à enrichir l'histoire de ce composé important, peu ont eu la bonne fortune de faire une moisson aussi riche. Je ne citerai que le dipropargyle, l'un des plus beaux titres de notre Maître ; ce curieux isomère de la benzine, resté longtemps le seul, a

été très utile à la théorie, et a permis une série de déterminations physico-chimiques d'un intérêt capital.

Puis ce furent les carbures acétyléniques dont M. Henry enrichit l'histoire, tant par ses travaux personnels que par les conseils efficaces qu'il donnait autour de lui et les travaux qu'il faisait exécuter.

Je voudrais citer aussi ses recherches fécondes sur les sulfocyanures, le chloral, les nitriles, les acides bibasiques, les alcools nitrés, sur toute cette innombrable série des dérivés du méthanal, mais mon Maître m'en voudrait de m'arrêter à ce qu'il considère comme des détails ; moi-même, j'ai hâte de les laisser dans l'ombre pour m'efforcer de vous en exposer uniquement la pensée directrice.

Je vous le disais il y a un instant, Messieurs, tous les travaux de M. Henry ont pour but l'étude des lois de la chimie du carbone ; c'est vers elle que sont dirigés tous les résultats partiels qu'il a acquis. Je vous demanderai donc la permission de traiter successivement des recherches sur l'identité des quatre unités d'action chimique du carbone, des travaux sur la solidarité fonctionnelle et sur la volatilité.

La théorie des types ne s'était pas contentée de dégager la notion de l'atome, elle avait reconnu dans les atomes, suivant leur nature, une capacité variable.

Le carbone est celui de tous les éléments le mieux étudié sous ce rapport ; il paraît certain que sa capacité de combinaison est quatre, en d'autres termes qu'il a quatre valences ou unités d'action chimique.

A côté de ce principe et aussi importante que lui, se pose la question de savoir si ces quatre unités d'action chimique sont de même valeur.

On peut dire que ces deux principes sont la base de toute la théorie actuelle des composés carbonés.

M. Henry a eu le courage de rechercher la preuve

expérimentale du second et de se soumettre au travail considérable qu'elle a nécessité.

Que je vous dise seulement, Messieurs, que notre collègue a eu pour but de préparer quatre fois un même dérivé en partant d'un même hydrocarbure CH_4. Cet hydrocarbure contient quatre unités d'action chimique occupées par de l'hydrogène. Remplaçant successivement chacun de ces quatre atomes d'hydrogène par un même radical, il a constaté l'identité parfaite des quatre produits ainsi obtenus. Les quatre valences du carbone sont donc identiques.

Ces recherches de M. Henry ont pris rang parmi celles qui ont établi les principes de notre science sur une base purement expérimentale.

Cherchant à exprimer le fait de la liaison des atomes de carbone entre eux, on a souvent comparé les composés polycarbonés à une chaîne dont chaque anneau est représenté par un atome de carbone.

On conçoit que tous les éléments fixés au carbone soient solidaires, on conçoit par exemple que la nature électro-négative de l'un influe sur la nature électro-positive de l'autre, que deux fonctions antagonistes donnent lieu dans une même molécule à une réaction interne ; mais ce qui est plus intéressant encore, c'est de déterminer le degré de cette influence, de ce que M. Henry a justement appelé *solidarité fonctionnelle*.

Il a reconnu que cette solidarité fonctionnelle est à son maximum, lorsque les éléments s'influençant sont fixés sur le même atome de carbone ; qu'elle est moindre, lorsque deux atomes de carbone différents servent de support, et qu'elle diminue par leur éloignement jusqu'à devenir nulle totalement ou à peu près, par une interposition de deux chaînons distincts.

Ces mêmes règles, nous les verrons reproduites pour la volatilité. C'est que volatilité et solidarité fonctionnelle suivent d'autant mieux les mêmes lois que celles-ci sont l'expression plus fidèle de la réalité des faits. On pourrait

même dire que toutes deux sont une seule et même notion synthétisant toutes les propriétés fondamentales du carbone. Si, de cette notion, on distrait la volatilité, reste pour la solidarité fonctionnelle proprement dite l'étude des lois qui provoquent la naissance et le développement des principaux caractères physiques et de tous les caractères chimiques et organoleptiques des corps.

Vous voyez, Messieurs, que la solidarité fonctionnelle est l'une des questions les plus vastes, les plus ardues et les plus délicates de la chimie organique, ou plutôt, je dirais volontiers que c'est la chimie organique tout entière. Mais cette considération n'est pas de nature à décourager le vrai savant, celui qui travaille moins pour attacher son nom à une découverte brillante que pour apporter sa contribution à la solution de problèmes d'autant plus importants qu'ils exigent le concours d'un plus grand nombre de bonnes volontés.

Je suis au regret de ne pouvoir entrer ici dans tous les détails que comporte l'étude de cette question, notamment en ce qui concerne les idées de M. Henry sur le voisinage du chlore, de l'oxygène, de l'azote avec eux-mêmes, du chlore avec l'oxygène ou l'azote, de l'azote avec l'oxygène, etc.

Au cours de ces recherches, il a démontré aussi que, contrairement à ce qu'on pouvait prévoir, l'aptitude réactionnelle des composés organiques halogénés va en augmentant du chlore à l'iode. Notre collègue a fait diverses applications des plus heureuses de ce fait général.

Pour terminer, Messieurs, il me reste à vous dire un mot du problème qui a le plus passionné M. Henry, celui de la volatilité.

En 1842, Kopp avait formulé la loi suivante concernant la volatilité des composés organiques :

« Entre les points d'ébullition de deux termes d'une série homologue C_n et C_{n+1} il y a une différence constante d'environ 19 unités. »

Cette loi, la seule mentionnée dans les traités les plus récents, est absolument insuffisante. Il est vrai qu'elle se place dans les limites étroites d'une série homologue et qu'il y aurait à discuter la définition de ce terme. Mais même en lui attribuant le sens le plus étroit, la loi doit être rejetée, d'abord parce que la constante 19 diminue à mesure que n augmente, et en second lieu parce qu'elle ne tient aucun compte des isoméries.

M. Henry, en abordant l'étude de cette question, a donné toute sa valeur à ce principe qui, pour être de simple bon sens, n'en est pas moins fondamental, à savoir que le substituant conserve dans les combinaisons sa volatilité propre.

Il a admis ensuite que la volatilité d'un dérivé de substitution est en relation :

1° avec la masse du substituant, 2° avec sa nature, 3° avec la place qu'il occupe dans la molécule.

M. Henry a surtout élucidé les deux derniers points.

La *nature* du substituant d'abord a une influence considérable.

Citons au hasard les dérivés chlorés de l'acide acétique. En passant de l'acide acétique à son dérivé monochloré, le point d'ébullition s'élève de 67°, tandis que du mono-au bichloré, l'élévation n'est plus que de 5°.

Ce fait, et bien d'autres semblables se trouvent exprimés par le principe que M. Henry a formulé dès le début, à savoir que « l'accumulation des radicaux négatifs dans une molécule constitue pour celle-ci une cause puissante de volatilité ».

Que signifient ces mots : « l'accumulation des radicaux négatifs » ? Pour le préciser, j'en arrive au troisième point considéré par M. Henry, l'influence de la place occupée par le substituant. L'accumulation est à son maximum, lorsque les éléments considérés sont supportés par le même atome de carbone ; la volatilité diminue à mesure que les éléments s'influençant sont fixés sur des chaînons

plus distants l'un de l'autre. En général, on peut admettre que toute action volatilisante cesse par l'interposition de *deux* groupements CH_2.

Je voudrais pouvoir vous citer quelques exemples de ce fait général assurément bien remarquable, ceux des nitriles chlorés, celui si curieux du nitrile malonique, mais je devrais abuser pour cela de votre bienveillante attention.

Je ne puis cependant omettre de vous rapporter les idées de M. Henry sur les oxydes métalliques, parce que ces idées doivent être citées parmi les principes fondamentaux de la chimie générale.

Je tâcherai de les résumer en quelques mots.

L'oxygène est plus volatil que le chlore, donc les oxydes doivent être plus volatils que les chlorures correspondants.

C'est ce que nous constatons en chimie organique, là où la densité de vapeur nous fixe sur la grandeur moléculaire des corps.

En chimie minérale, au contraire, nous voyons les chlorures beaucoup plus volatils que les oxydes.

Cette anomalie disparaît si nous admettons, avec M. Henry, qu'en chimie minérale le rapport établi universellement entre les formules des oxydes et des chlorures n'est pas conforme à la réalité, si nous admettons que tous les oxydes métalliques sont polymérisés et que la formule qu'on leur attribue communément doit être affectée d'un exposant n très élevé.

D'ailleurs, les propriétés des oxydes métalliques s'accommodent très bien de cette hypothèse de la polymérisation. D'abord on constate par l'expérience que certains oxydes organiques se polymérisent facilement; de plus, nous savons que les oxydes métalliques ont la propriété de former des oxydes doubles avec d'autres oxydes; rien d'étonnant donc qu'ils se combinent aussi à eux-mêmes.

En appelant l'attention des chimistes sur le rapport

vrai qui doit exister entre les oxydes métalliques et les autres combinaisons chimiques, M. Henry n'a pas seulement donné une preuve éclatante de la fécondité des idées qui lui ont servi de guide dans ses recherches dès le début de sa carrière, il a rendu à la chimie générale un service dont il serait difficile de prévoir dès maintenant toute la portée.

Je voudrais pouvoir m'étendre sur les conséquences de ce travail, vous démontrer la différence qu'il y a, au point de vue de l'ordre qui y règne, entre la chimie minérale et la chimie organique, vous prouver que cet avantage de la chimie du carbone tient à cette seule circonstance que nous sommes fixés sur la grandeur moléculaire de ses composés.

La grave question se pose donc maintenant de déterminer le degré de polymérisation des oxydes métalliques. On n'entrevoit pas la solution de ce grand problème, mais on peut dire que, du jour où il sera résolu, il faudra se souvenir du nom de notre cher et vénéré Jubilaire et lui reconnaître la gloire d'avoir le premier attiré l'attention des chimistes sur ce problème, l'un des plus grands de la philosophie naturelle.

Cher et Vénéré Maître,

Excusez-moi d'avoir eu la prétention de parler de vos travaux et de vos idées. Mais si les circonstances ont permis que je prenne la parole dans cette enceinte comme collègue, je n'ai garde d'oublier cependant que je suis votre élève.

C'est en cette double qualité que je veux maintenant m'adresser à vous.

Lorsque j'eus le bonheur, décisif pour ma carrière, d'arriver dans votre laboratoire en qualité d'assistant, j'avais suivi ailleurs des cours de chimie. Mon enthousiasme fut grand quand j'entendis de votre bouche ce que

c'est qu'enseigner la chimie. L'élévation de vos idées, le point de vue de vraie science auquel vous vous placiez, ont laissé en moi une impression qui ne s'effacera pas.

Mais avoir donné un cours excellent est une gloire que j'appellerais volontiers administrative, et vous avez eu pendant toute votre carrière, à côté de ce devoir, des visées plus hautes.

Avouez, cher Maître, que si l'un de nous avait à solliciter une faveur, sa cause était presque gagnée d'avance s'il s'adressait à vous à l'issue de votre leçon. C'est que votre travail de prédilection commençait alors ; c'était pour vous comme une vacance qui s'ouvrait jusqu'au cours suivant. Et nous savons quel entrain vous mettiez à l'utiliser au profit de vos recherches, votre mécontentement si une circonstance fortuite vous forçait à quitter le laboratoire, votre habileté à évincer les importuns qui venaient vous distraire en vous racontant des choses indifférentes ou en vous présentant des produits chimiques.

Parlant de ce grand savant qui a nom Henri Sainte-Claire Deville, Dumas énumère les qualités qui distinguent le chef d'école. Il dit : « Le chef de laboratoire ou d'atelier doit donner l'exemple de l'assiduité : tout entier à sa tâche, patient, travaillant de ses mains, le premier à la besogne et le dernier. Il faut que les élèves puissent s'honorer de leur maître.... »

Ce portrait, cher Maître, vous l'avez réalisé en Belgique. Toujours à l'affût d'une nouvelle découverte, un résultat acquis loin de vous engager au repos aiguillonnait votre ardeur pour un nouveau succès. Telle fut votre activité pendant plus de quarante ans.

Dans un pays où l'on ne rend pas toujours justice au savant, où la situation de professeur de chimie n'est que trop souvent enviée comme une situation simplement lucrative, votre dévouement à la science pure n'a pas été pris en défaut un seul jour. Votre désintéressement a été

absolu ; je suis heureux et fier de pouvoir le constater aujourd'hui.

Mais vous ne vous êtes pas contenté de mettre au service de vos idées tout ce labeur. Le système d'éducation des chimistes était irrationnel, on voulait former de futurs savants avec des cours presque exclusivement théoriques.

C'est vous le premier parmi les chimistes belges qui avez combattu pour la cause de la dissertation doctorale.

Il ne vous en coûtait pas d'en agir ainsi. Animé de l'esprit du vrai savant, non avare de vos idées mais heureux de pouvoir les faire germer autour de vous, considérant comme la suprême joie du professeur de répandre dans le pays, avec les chimistes que vous avez formés, autant de foyers d'activité scientifique, vous avez compris le premier que l'institution de la dissertation doctorale devait être un pas décisif dans la voie du progrès intellectuel, dans la voie de la richesse industrielle de notre pays.

Honneur vous en soit rendu, cher Maître.

Aujourd'hui, en présence des autorités de cette Université de Louvain, en présence de vos collègues, de vos élèves, vous pouvez jeter un regard en arrière et vous déclarer satisfait.

Cette science qui fut pour vous l'oubli dans les épreuves, qui fut en même temps votre travail et votre repos, votre devoir et votre plaisir, qu'elle soit encore votre joie aujourd'hui. C'est en son nom que nous vous exprimons notre reconnaissance. Qu'elle continue à vous prodiguer pendant de longs jours les faveurs de ses succès et les consolations ineffables que donne la satisfaction du devoir accompli (1).

(1) Le portrait qui accompagne cet article, est la reproduction d'une photographie de M. E. Morren, à Louvain.

VARIÉTÉS

I

CONCOURS DÉCENNAL DES SCIENCES PHYSIQUES ET CHIMIQUES

Le rapport du Jury chargé de couronner le meilleur travail sur les sciences physiques et chimiques, publié par un Belge, pendant la période de 1889-1898, a paru au MONITEUR du 21 mars 1900.

Le lauréat est M. Louis Henry.

Parmi les travaux qui ont surtout retenu l'attention du Jury, figurent ceux de cinq autres membres de la Société scientifique de Bruxelles, collaborateurs de nos ANNALES et de cette REVUE, MM. Delacre et A. de Hemptinne, le R. P. Schaffers, S. J., MM. Edm. Van Aubel et G. Van der Mensbrugghe. Nous extrayons de ce rapport les passages qui concernent nos collègues.

" *M. Delacre*, professeur à l'Université de Gand, poursuit depuis plusieurs années, avec autant de persévérance que de talent, l'étude de la synthèse du benzol par la condensation acétonique. S'il est facile de se rendre compte de la transformation de l'acétone en oxyde de mésityle et de ce dernier en triméthylbenzol à l'intervention d'une troisième molécule d'acétone, il est, par contre, fort difficile d'interpréter la formation de la chaîne benzénique quand on part de l'oxyde de mésityle pur, et plus encore quand on part de la phorone. M. Delacre a pensé, avec raison, qu'en prenant l'acétophénone comme point de départ, il parviendrait plus facilement à reconnaître les diverses phases de cette réaction encore si obscure, attendu que les composés aromatiques se distinguent en général par une stabilité plus

grande et par une tendance plus prononcée à la cristallisation, ce qui rend leur séparation et leur purification plus faciles.

„ M. Delacre a tiré un grand parti du pouvoir hydrogénant et déshydratant du zinc-éthyle. Sous son influence, l'acétophénone se transforme en dypnone, qui est l'oxyde de mésityle correspondant : à son tour celle-ci se convertit en dypnopinacone. Mais cette dernière n'a pas la formule $C_{31} H_{30} O_2$ à laquelle on devait s'attendre : elle ne contient que 28 atomes d'hydrogène. L'interprétation de ce départ d'hydrogène est encore à trouver.

„ La dypnopinacone se transforme par la chaleur en dypnopinacoline, que la distillation dans le vide dédouble en acétophénone et en un triphénylbenzol qui, d'après la constitution que M. Delacre assigne à la dypnopinacoline, devrait être asymétrique (1, 2, 5) mais qui, en fait, est le triphénylbenzol symétrique (1, 3, 5). La chaîne benzénique se trouve ainsi constituée.

„ Sous l'influence du zinc-éthyle la dypnopinacoline se réduit et engendre un alcool tertiaire, le dypnopinacol, que les déshydratants, et notamment le zinc-éthyle lui-même, transforment en un hydrocarbure éthylénique, que la chaleur scinde en phényléthylène et en triphénylbenzène. Enfin, comme tous les composés de ce genre, la dypnopinacoline se dédouble sous l'influence de la potasse caustique, en un acide qui, dans l'espèce, est l'acide benzoïque, et en un dérivé trisubstitué du méthane, le triphénylméthane, dans le cas actuel.

„ Telles sont les grandes lignes du travail de M. Delacre, travail qu'il a poursuivi pendant plus de dix ans. Mais ses recherches ont été singulièrement compliquées par la formation simultanée d'un nombre considérable de produits accessoires. M. Delacre n'a pas isolé moins de neuf dypnopinacolines isomères qui, à leur tour, donnent naissance à un nombre correspondant de dérivés. Il a fait preuve d'autant de sagacité que de patience dans la séparation et dans l'étude de ces nombreux produits. Jusqu'à présent ces isoméries sont restées inexpliquées. M. Delacre s'est montré fort sobre d'hypothèses et de formules de constitution : il s'est borné, jusqu'ici, à constater des faits et à accumuler des éléments aussi nombreux que possible pour la solution définitive du difficile problème dont il a entrepris l'étude.

„ M. Delacre assigne à ses dypnopinacolines une formule de constitution analogue à celle que Friedel et Sylva ont attribuée jadis à la pinacoline ordinaire. On ne saurait méconnaître que cette formule lui permet d'interpréter avec élégance les transformations de ces composés curieux. Il rejette la formule de

Butlerow ; mais les expériences qu'il a instituées pour étayer sa manière de voir ne sont pas restées à l'abri de la critique.

„ Au cours de ses recherches concernant l'action des composés organozinciques sur les cétones, M. Delacre a trouvé que le zinc-éthyle transforme la benzophénone en benzhydrol, tandis que le réactif Sokoloff (mélange de zinc et d'iodure de méthyle) la convertit en benzopinacone.

„ Il a fait voir également que le zinc-éthyle produit de la benzoïne avec la benzile de Laurent.

„ Il a trouvé aussi un mode curieux de formation de l'anthracène dans l'action du benzol sur le trichloracétate d'éthyle en présence du chlorure d'aluminium. „

" *M. A. de Hemptinne* s'est occupé de l'action chimique des effluves électriques et des rayons de Röntgen.

„ On connaît les recherches déjà anciennes, dues à Berthelot, relatives à l'influence de l'étincelle et de l'effluve sur les gaz. M. de Hemptinne les reprend dans les conditions beaucoup plus précises que la découverte de Hertz a mises à la disposition de la physico-chimie, et il montre que l'action des perturbations électriques sur les corps varie avec la longueur d'onde différemment selon l'espèce chimique de la substance étudiée.

„ Avant d'aborder l'objet principal de son travail, M. de Hemptinne avait étudié l'influence des différentes conditions intervenant dans la décomposition : influence de la pression sur la vitesse de décomposition, sur la limite de cette vitesse, luminescence du gaz et sa relation avec le phénomène chimique.

„ L'auteur observa que la réaction ne commençait à devenir sensible qu'au moment où le tube devenait lumineux, sans qu'il soit nécessaire, pour cela, que la luminosité soit due aux seules vibrations électriques.

„ Dans un autre travail, M. de Hemptinne a essayé de contrôler, par l'expérience, l'opinion soutenue par une école importante sur le rôle considérable que joueraient les *ions* dans les réactions chimiques. Les rayons X possédant à l'égard des corps électrisés un pouvoir de décharge bien établi, il serait naturel de voir les rayons X agir énergiquement sur les composés chimiques. Mais que l'on envisage soit la conductibilité électrique des solutions, soit la vitesse de saponification des éthers, soit la transformation des solutions ou des mélanges gazeux sensibles à l'action de la lumière, les effets sont si faibles qu'ils restent douteux.

D'après M. de Hemptinne, les rayons X sont sans influence sur l'ionisation.

„ Dans d'autres recherches, l'auteur a soumis à un examen minutieux l'influence de la concentration sur la vitesse d'oxydation des iodures en solution acide. Il a démontré aussi, en opérant à de très basses températures, que l'absorption de l'hydrogène par la mousse de platine, doit être envisagée non comme un phénomène de condensation physique, mais comme résultant d'une combinaison chimique qui s'accomplit d'autant plus difficilement que la température est plus basse.

„ Ces travaux révèlent un chercheur sérieux, habile à disséquer son problème. M. de Hemptinne est prompt à douter, mais ingénieux à lever les doutes. Loin de se montrer contempteur obstiné des interprétations mécaniques, il aime à s'y arrêter ; mais c'est avec une réserve louable qu'il aborde un domaine mystérieux. „

" Le *R. P. Schaffers*, professeur au collège de la Compagnie de Jésus, à Louvain, a publié une œuvre remarquable sur *la théorie des machines électriques*.

„ Le titre, très modeste, d'*Essai* que l'auteur a donné à cet ouvrage ne répond pas à la réalité des choses ; en fait, reprenant et développant la théorie que Poggendorff avait esquissée pour expliquer les phénomènes présentés par les machines de Holtz, M. Schaffers montre combien elle était féconde. Les principes posés, reliés eux-mêmes aux bases expérimentales de l'électricité statique, le mènent à des conséquences que l'expérience a toujours vérifiées, et qui permettent de donner une heureuse interprétation de l'ensemble des phénomènes si variés présentés par les nombreuses machines à influence inventées depuis une vingtaine d'années. L'étude théorique de la machine de Wimshurst particulièrement, a conduit l'auteur à de nombreuses recherches expérimentales : nous citerons, par exemple, l'étude du rôle exact joué par les peignes et celle du débit ; il a été amené par là, d'une manière absolument personnelle, à préconiser une nouvelle forme de la machine de Wimshurst à laquelle Musaeus était arrivé antérieurement d'une manière intuitive.

„ Dans une seconde partie de cet essai, l'auteur a inséré le résultat de ses recherches sur les machines électrostatiques alternatives ; il y donne le premier une interprétation théorique précise et ramenée aux principes de la science, de l'ensemble des phénomènes qu'elles présentent. Enfin dans la dernière partie,

embrassant l'ensemble du sujet, il présente une classification nouvelle, fondée sur les combinaisons des trois organes principaux, inducteurs, porteurs et induits; il analyse le rôle de chacun d'eux, fait voir combien il offre de variété et d'élasticité et présente des considérations générales sur les conditions qu'exige un fonctionnement avantageux ; il jette aussi un jour nouveau sur la question difficile de l'auto-excitation. En résumé, l'essai du P. Schaffers doit être considéré comme une œuvre de grand mérite, destinée à prendre place avec honneur à côté du chapitre du *Traité d'électricité statique* de M. Mascart, consacré aux machines électriques, et des *Machines électriques à influence* de Gray. „

" *M. Edm. Van Aubel*, professeur à l'Université de Gand, a publié de nombreux travaux, rassemblés dans les ARCHIVES DES SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES DE GENÈVE ou dans le JOURNAL DE PHYSIQUE D'ALMEIDA.

„ Nous avons à signaler, ici, celui que l'auteur a consacré au phénomène de Hall; les perfectionnements que M. Van Aubel a apportés dans la préparation des lames minces de bismuth, permettent de le mettre facilement en évidence. M. Van Aubel a produit également des recherches très soignées sur la force électro-motrice de certains couples, comme le couple fer-constantan ; nous signalerons encore son mémoire (en collaboration avec M. Paillot) dans lequel il a montré que la loi de Wiedeman et Franz ne se vérifie nullement pour les alliages à haute résistance électrique, tels que le constantan, le ferro-nickel et le bronze d'aluminium. Tous ces travaux sont caractérisés par une méthode sûre et une exécution précise. „

" *M. G. Van der Mensbrugghe*, professeur à l'Université de Gand, a fourni une œuvre scientifique de haute importance. Elle peut se diviser en deux parties : la première a trait à l'étude du phénomène de la tension superficielle ; dans la seconde, il aborde le problème de la constitution même des liquides, cherche et donne une explication des phénomènes capillaires, tout en en montrant la connexité avec les phénomènes généraux présentés par ces corps tant dans l'état que l'on est convenu d'appeler statique, que dans l'état dynamique.

„ Les nombreux travaux que M. Van der Mensbrugghe a consacrés à l'étude de la tension superficielle ont contribué à effacer dans l'esprit de certains physiciens et des géomètres, les doutes

qui existaient encore au sujet du *fait* même de l'existence de cette tension. Non seulement il a su donner à l'appui de sa démonstration un nombre considérable d'expériences nouvelles, dont la plupart sont remarquables par cette élégance qu'amène la simplicité des moyens comparés à l'importance des résultats, mais il s'en est servi pour expliquer des phénomènes qui échappent aux théories de Laplace et de Poisson, et il a mis en lumière, par là, l'insuffisance de ces théories. N'oublions pas non plus de mentionner les vues élevées auxquelles il a été ainsi conduit sur le rôle important que la surface libre des eaux, vrai réservoir d'énergie, joue dans l'économie des phénomènes terrestres; en signalant les transformations dynamiques auxquelles les modifications de surfaces peuvent donner lieu, il a aussi étudié les moyens d'en prévenir certains effets désastreux. Nous faisons ici allusion à la question, non moins intéressante au point de vue humanitaire qu'au point de vue scientifique, du filage de l'huile.

„ L'étude des relations entre le champ électrostatique et la tension superficielle l'a conduit également à des résultats nouveaux et qui sont de la plus haute importance. De nombreuses expériences l'ont amené à conclure que la tension d'un liquide conducteur n'est pas modifiée par son électrisation. Ce résultat, dont la confirmation indépendante serait d'un haut intérêt, présente encore plus d'importance, si on le rapproche de faits d'un autre ordre étudiés par l'auteur et déduits de l'application du principe de Carnot aux phénomènes capillaires : les anomalies dans les lois de la tension et de l'ébullition, les causes de production de l'électricité atmosphérique, les variations du calorique spécifique signalées par M. Spring, etc.

„ Tous ces travaux ne forment que la première partie de l'œuvre scientifique de M. Van der Mensbrugghe et se présentent comme une introduction nécessaire à ceux dont il nous reste à parler et qui appartiennent spécialement à la période 1894-1898.

„ En 1885 et 1886, M. Van der Mensbrugghe signala pour la première fois le fait de l'instabilité de la couche superficielle des liquides, en le mettant en regard des théories capillaires développées par les géomètres et les physiciens. Ces théories, dont les trois principales sont dues à Laplace, à Poisson et à Gauss, reposent essentiellement, comme on le sait, sur l'hypothèse d'un équilibre existant dans toutes les parties de la masse liquide entre les forces attractives ou de cohésion et les forces répulsives du calorique. Le savant professeur, frappé des négations que les faits opposent à cette manière de voir, a été conduit à étudier de

plus près les conceptions moléculaires sur la nature des liquides et spécialement sur celle de leur surface libre. Dans le travail précité il donne, pour la première fois, un corps à ses idées : les forces attractives, comme Laplace l'avait indiqué, exercent leur action jusqu'à une distance sensible très petite, les forces répulsives émanent du milieu entre les molécules et sont de grandeur invariable à température constante et pour de mêmes distances intermoléculaires ; de cet antagonisme il tire une interprétation de l'instabilité de la couche superficielle ; en même temps, et ceci forme le lien avec ses travaux antérieurs, il relie l'existence de la tension superficielle à celle de l'énergie potentielle du milieu liquide ainsi conçu.

„ Comme on le voit, cette manière d'envisager le problème conduit à cette conséquence inévitable d'une variation de densité continue depuis une profondeur comparable à celle du rayon d'attraction moléculaire, jusqu'à la surface même ; il y a donc opposition complète avec la théorie de Laplace ; en même temps l'attention est forcément ramenée, et c'est là ce que mettent en relief spécialement les travaux de M. Van der Mensbrugghe sur les propriétés élastiques des liquides ; après avoir montré combien les bases mêmes des théories de Laplace et de Poisson sont fragiles, il a montré aussi la nécessité d'en édifier une nouvelle qui permette d'embrasser non seulement les phénomènes capillaires, mais l'ensemble de ceux que présentent les liquides dans leurs états de repos ou de mouvement. Parmi ceux-ci, le phénomène du jet liquide dans l'air ou le vide a particulièrement attiré son attention. Il a le premier montré que la résistance de l'air n'intervient pratiquement pas pour limiter la hauteur d'un jet ascendant vertical ; le jeu de l'élasticité proprement dite du liquide, mise en œuvre dans la partie continue du jet par la pesanteur, est au contraire extrêmement important : il se combine avec les effets élastiques dus à la gaine tendue embrassant le jet et intervient dans la longueur même de la partie transparente ; jusqu'ici on n'avait pas fait intervenir cet élément nouveau dans l'interprétation des phénomènes. M. Van der Mensbrugghe en a, au contraire, montré l'extrême importance. Il a pu, le premier aussi, donner l'explication exacte des phénomènes du jet électrisé connu depuis si longtemps déjà et qui ont tant excité la sagacité des physiciens. Les vues nouvelles qu'il a émises sur la constitution des liquides ont donc, pensons-nous, sans avoir reçu encore une confirmation complète et une adhésion unanime, une importance considérable ; embrassant tout un ensemble de faits

connus ou nouveaux, elles ont permis à l'auteur de jeter les bases d'une théorie moléculaire qui peut être considérée comme la généralisation la plus complète des connaissances que nous possédons sur la nature des corps dans cet état physique. „

" Les travaux de *M. Louis Henry*, professeur à l'Université de Louvain, se distinguent, incontestablement, par leur nombre, leur variété et par l'importance de leurs résultats.

„ Le Jury n'a pas eu moins de quarante-sept mémoires de cet auteur à examiner, mémoires parus surtout dans les BULLETINS DE L'ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE et dans les COMPTES RENDUS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS.

„ Le savant professeur a choisi, dans le champ immense de la chimie générale, surtout le terrain des *combinaisons aliphatiques*. On peut dire qu'il s'y est fait une véritable spécialité. Ainsi il n'a donné, pendant la période de 1889-1898, qu'une seule note sur la chimie inorganique; elle se rapporte au *Glucinium* et elle a pour objet de montrer que cet élément ne fait pas nécessairement obstacle au système de classification, si utile, de L. Meyer et de Mendelejeff. Le glucinium n'est pas, comme Lebeau l'avait prétendu, *trivalent*, mais bien *bivalent*, ainsi que le demande la place qu'il a prise dans le *système périodique*.

„ Pour envisager, dans leur ensemble, les autres travaux de M. Henry, nous les classerons systématiquement : ils peuvent se grouper comme il suit :

1° Les recherches sur les dérivés monocarbonés, y compris le *méthylène ;*

2° Les recherches sur les dérivés de l'éthylène (glycol, etc.) ;

3° Considérations sur la volatilité dans les corps organiques ;

4° Questions relatives à la structure des molécules et à leurs fonctions ;

5° Les recherches sur les nitriles-alcools ;

6° Les recherches sur les amines et les imines ;

7° Les recherches sur les dérivés nitrés (alcools nitrés, etc.) ;

8° Enfin, les travaux de *littérature scientifique*.

„ Nous allons procéder à l'examen, aussi succinct que possible, du contenu de ces divers groupes.

„ Les recherches sur les dérivés monocarbonés comprennent 12 articles traitant, respectivement, de la préparation et des propriétés des corps suivants : *l'iodure de méthyle, l'iodure de méthylène, le nitrile glycolique, les dérivés haloïdes de l'oxyde de méthyle, la méthyl — (ou éthyl, propyl, isopropyl) méthy-*

lénamine, les tétraméthyl — (ou éthyl, propyl) méthylendiamines, le méthylène diamylène diamine, l'oxyde de méthyle bibromé, enfin, de toute une série de produits formés par la condensation du *méthanal* avec des *amines primaires et secondaires.*

„ Les recherches sur les dérivés du méthylène ont fait connaître une nouvelle classe intéressante d'*éthers* qui sont à la fois *éthers d'acides* et *éthers d'alcools*; ensuite, des composés ou deux chaînons carbonés halogénés (H_2 C. Cl) se trouvent à des distances différentes d'un atome d'oxygène dans une même molécule et qui, à cause de cette inégalité de position, fonctionnent, l'un comme un éther haloïde et l'autre comme un éther d'acide. Cette remarque a une grande importance pour la théorie de la structure des molécules. Enfin ces recherches ont fait connaître un grand nombre de composés nouveaux précieux pour l'étude des *aptitudes réactionnelles.*

„ La comparaison de la volatilité des corps organiques semble avoir toujours été un sujet favori d'observations pour M. Henry. Six articles ont spécialement pour objet de faire ressortir les relations qu'il a découvertes à la suite des corps nouveaux qu'il a pu obtenir. Il montre, en résumé, que la présence simultanée de groupes négatifs, dans une même molécule, élève la volatilité de la combinaison d'autant plus que ces groupes sont plus rapprochés l'un de l'autre. Il fait ressortir également comment la volatilité dépend de l'*espèce chimique* ou de la définition de ces groupes.

„ La question de la structure des molécules et de leurs fonctions est une de celles qui ont le plus captivé les chimistes à notre époque. Elle a été, au surplus, le point de départ, sinon la cause, de recherches dont les résultats se sont fait sentir jusque dans le domaine de l'industrie.

„ Dans les travaux de cette période décennale, M. Henry a élucidé la structure du *méthylal éthylénique* que Trillat et Cambier avaient inexactement interprétée ; puis celle de la *monochlorhydrine glycérique* d'origine allylique. Il montre, d'autre part, comment le voisinage des halogènes déprime le caractère chimique d'un alcool et lui fait jouer le rôle d'un acide ; il établit l'influence des groupes -OH, -CN, -NHX et NX_2 et signale la décroissance de l'intensité du caractère *aldéhyde* dans la série aliphatique, à mesure que le *poids moléculaire* du composé devient plus grand, ainsi que la tendance à la polymérisation des *imines.*

„ Les recherches sur les nitriles-alcools, corps qui réunissent les fonctions de deux genres distincts de substances, sont également d'un grand intérêt. Elles établissent la *sensibilité* de ces corps à l'action des alkylamines, aussi longtemps que les groupes fonctionnels -OH et -CN sont immédiatement voisins dans la molécule.

„ Le groupe -OH est alors remplacé par des fragments d'amines.

„ M. Henry étudie aussi l'action de certains anhydrides et chlorures d'acides sur ces nitriles, et il fait connaître une suite de dérivés qui lui permettent de montrer comment varient la volatilité, la stabilité et l'aptitude réactionnelle dans les cas où le groupe -CN se rencontre avec un autre groupe de la forme CX dans la même molécule.

„ Les *amines* et les *imines* ont fait l'objet de deux mémoires importants. Dans le premier, l'auteur a étudié les *hydrates* de dix-huit amines différentes, et il arrive à cette conclusion que ces hydrates sont de véritables combinaisons chimiques des hydroxydes d'ammonium, mono-, bi- ou trisubstitués. Dans le second mémoire, il traite des dérivés alkylés de l'imine méthylénique et il met au jour cinq composés nouveaux de la formule générale : $H_2C = N. C_n H_m$, dont il étudie les propriétés.

„ Ses recherches sur les dérivés nitrés et particulièrement sur les alcools nitrés, sont, sans contredit, son travail le plus heureux de cette période. Elles font l'objet de quinze notes et mémoires.

„ L'auteur s'est assuré que la réaction des aldéhydes et des dérivés nitrés aliphatiques était une réaction générale : il a préparé, par son moyen, un grand nombre d'alcools nitrés qui constituent, à présent, une des classes les plus intéressantes des dérivés du carbone à laquelle son nom demeurera attaché, comme celui de V. Meyer l'est aux dérivés nitrés des hydrocarbures aliphatiques.

„ Enfin, parmi les ouvrages de *littérature chimique*, il y a lieu de faire mention du livre que M. Henry a écrit sur les *nitriles alcools aliphatiques et leurs dérivés*. C'est un ouvrage de 226 pages qui ne résume pas seulement les recherches de l'auteur sur ce sujet, ainsi que celles de ses élèves, mais qui rend compte également des travaux dus à d'autres savants ; en un mot, c'est une véritable monographie indispensable à tous ceux qui auront à parcourir cette région de la chimie organique.

„ On le voit, les travaux de M. Henry sont de véritables travaux de recherches dont le but unique a été l'augmentation

de notre patrimoine scientifique, mais dont les résultats s'étendront au loin.

„ Comme *expérimentateur*, M. Henry a déployé un rare talent et comme *professeur*, il a eu la plus heureuse influence. Toujours poussé par le désir de rattacher les faits observés les uns aux autres, d'en pénétrer la cause, il a éveillé l'esprit philosophique chez ses auditeurs et il a fécondé leurs efforts. La démonstration la plus éclatante que l'on en puisse donner, est certainement le fait que c'est à son exemple et à son enseignement que nous devons notre physicien Pierre de Heen. „

" Après délibération, M. le président a mis aux voix, conformément aux prescriptions de l'arrêté royal portant règlement du concours pour le prix décennal des sciences physiques et chimiques, la question " si, parmi les ouvrages soumis à l'examen „ du Jury, il en est un qui mérite le prix à l'exclusion des autres, „ et lequel „.

„ Cette question a été résolue affirmativement et à l'unanimité en faveur de l'œuvre de M. Louis Henry, de Louvain. Nous devons ajouter que le Jury a exprimé le regret, également à l'unanimité, de ne pouvoir partager le prix décennal entre l'œuvre de M. Louis Henry et celle de M. Gustave Van der Mensbrugghe dont l'importance était, à son avis, bien près d'égaler celle du premier lauréat. „

II

VENTRILOQUIE, NÉCROMANCIE, DIVINATION, INSPIRATION ET PROPHÉTISME

La Revue scientifique *(Revue rose)* vient de publier sous ce titre un article de M. Paul Garnault, dont les vues plus qu'originales égayeront nos lecteurs (1). C'est une contribution inattendue à l'histoire des sciences, plus exactement à l'histoire des religions: en voici la conclusion : " Toute la culture théologique d'un prêtre hébreu se réduisait certainement à un entraînement

(1) Revue scientifique *(Revue rose)*, 4e série, tome XIII, 26 mai 1900, pp. 641-655.

ventriloquiste, c'est-à-dire à apprendre l'art de substituer avec vraisemblance sa propre voix à la voix de la Divinité. „ S'adressant ensuite aux théologiens déjà fort malmenés dans l'article, M. Garnault ajoute aimablement : “ La science ou plutôt l'art théologique, même encore de nos jours, a-t-il donc un autre but ? (1) „

La ventriloquie devient donc le dernier mot des sciences religieuses aux yeux du nouvel historien. C'est elle qui explique les évocations des morts, entre autres celle de Samuel racontée au chap. XXVIII du 1er livre *des Rois;* c'est elle qui rend compte de l'oracle sacré chez les Hébreux, de l'usage légitime ou illégitime de l'*éphod* et des *teraphim*, ainsi que de l'inspiration prophétique elle-même; c'est par la ventriloquie que le culte de Jahvé s'est établi en Israël, et le christianisme à Rome; en un mot, “ c'est le prodige de la parole des morts, qui n'a pu être complet, patent, évident, qu'à l'aide de la ventriloquie, qui a imposé à tous les hommes la croyance à la conversation avec les morts, les esprits et les dieux, à toutes les révélations, à toutes les inspirations... Les premiers hommes firent tous de la ventriloquie sans le savoir. Prêtres, prophètes et nécromants utilisèrent et exploitèrent cette croyance (2). „

Il est malaisé de prouver une thèse aussi paradoxale, même pour les religions fétichistes et naturistes, et M. Garnault ne s'en soucie guère. Au fond, il n'attache d'importance qu'à la religion israélite; et ressuscitant une théorie étroitement rationaliste, abandonnée de tout le monde, y compris les hétérodoxes, il attribue tous les phénomènes surnaturels à la supercherie, souvent inconsciente, des prêtres et des prophètes. L'idée n'est pas neuve; mais ce qui est absolument inédit, c'est la façon de prouver cette théorie discréditée. Les arguments se tirent de l'Écriture sainte : et ici le savant, qui aux pages 642 et 643 donne une description fort exacte du mécanisme de la ventriloquie, se transforme subitement en exégète, capable d'en remontrer à M. Budde, “ le plus éminent et le plus pénétrant commentateur des livres de Samuel „. Avec modestie il déclare sa “ ferme conviction d'avoir, par ses études,... découvert un grand nombre de points de vue entièrement nouveaux (3) „. Nous le suivrons un instant sur ce terrain.

(1) Ibid., p. 654.
(2) Ibid., p. 654.
(3) Ibid., p. 643.

Une remarque préliminaire. Malgré ses études, M. Garnault n'est pas chez lui sur le terrain biblique, et il le confesse avec candeur. C'est ainsi qu'en lisant l'avant-propos de l'ouvrage d'Eug. Véron : *Introduction à la traduction des Psaumes*, il a " éprouvé une grosse surprise „ en y apprenant que A. Réville et Renan admettaient le monothéisme des Hébreux (1). Il ne connaît évidemment pas, même par ouï-dire, les deux volumes considérables que M. Maurice Vernes a écrits contre *Le prétendu polythéisme des Hébreux*. De propos délibéré nous citons ici cet auteur très hétérodoxe, parce que notre théologien, qui parle assez souvent d'orthodoxie, a l'air de ne pas soupçonner l'existence d'écrivains orthodoxes. — Il y a encore une autre lacune dans la formation du nouvel exégète : l'hébreu, qui est la langue des documents à expliquer, lui semble peu familier; il ne le lit guère qu'à travers la traduction, souvent très discutable, de Reuss (2). Et pourtant, malgré l'absence d'étude personnelle des textes, et l'ignorance de la littérature du sujet, M. Garnault ne s'est pas découragé au travail. Dans l'article mentionné plus haut, il nous confie les premiers résultats de ses recherches, en attendant l'occasion de les développer et de les compléter dans un livre qu'il nous annonce.

La première découverte qui est communiquée aux lecteurs de la Revue rose, est que les anciens prophètes d'Israël font une mention nette et explicite de la ventriloquie sacerdotale. " Isaïe, lisons-nous (3), en a laissé la première description. „ En note est cité un passage célèbre du prophète (4), compris à contre-sens, paraît-il, par tous les commentateurs de la Bible.

" Malheur à toi, Ariel (*probablement* (5) Jérusalem) ... et toi, assise par terre, tu murmureras à voix basse, ta parole faiblement sortira de la poussière, ta voix sera comme celle d'un ôb; de la poussière s'élèveront les sons aigus de ta voix. „

Cette version est de Reuss, et elle ne brille ni par l'élégance ni

(1) Ibid., p. 645, note 1.

(2) On en voit un exemple singulier à la page 647, note 1. M. Garnault, qui ne se doute pas que *Jehovah* est un barbarisme issu de l'amalgame des consonnes du tétragramme divin avec les voyelles de *Adonai*, écrit gravement : " Il semble qu'il y ait d'aussi bonnes raisons pour prononcer le fameux tétragramme sacré des Hébreux Jahve ou Jehovah. „ Espérons qu'il n'en voudra pas trop à ceux qui prononcent exclusivement *Jahvé* : c'est la seule bonne lecture.

(3) Ibid., p. 642.

(4) *Is.*, ch. XXIX (et non pas XIX), v. 4.

(5) La chose n'est pas seulement *probable*, mais *certaine*.

par l'exactitude. Telle qu'elle est, elle suffira toutefois dans le cas présent.

Pour qui lit le contexte, même dans une traduction, le sens est clair. Jérusalem, en punition de ses crimes, est assiégée et vaincue. Humiliée, elle se prosterne devant l'ennemi triomphant et demande grâce. Comme il convient dans de semblables occurrences, elle est modeste et n'élève pas la voix. C'est ce qui donne au prophète l'idée de comparer sa parole à la parole d'un *ôb*.

Si l'on a parcouru, fût-ce superficiellement, les textes sacrés, la signification de ce mot ne laisse aucun doute. Les Hébreux appelaient *ôb*, l'esprit d'un mort évoqué (1 *Reg.* XXVIII, 8), et par extension l'évocateur lui-même (1 *Reg.* XXVIII, 3 et 9 ; 4 *Reg.* XXI, 6 ; XXIII, 24 ; 2 *Par.* XXXIII, 6). Suivant la conception hébraïque, les morts habitaient un lieu souterrain, le Schéol; c'est de là par conséquent que leur voix était censée s'élever, quand ils entraient en communication avec les vivants. Cette voix devait être faible, car les morts étaient dépouillés de leur force, et dans leur vie d'outre-tombe n'étaient plus, suivant la croyance superstitieuse du peuple, que l'ombre d'eux-mêmes. Cette faiblesse d'une voix sortant de terre est une comparaison qui fait bien comprendre les gémissements étouffés de Jérusalem prosternée devant le vainqueur.

Dans tout ceci, il n'est pas dit un mot de la ventriloquie ; comment M. Garnault l'y a-t-il vue ? Il serait impossible de le deviner, si à six grandes pages de distance (1), il n'avait lui-même indiqué le procédé. “ Le terme *ôb*, dit-il, veut dire *certainement*, tantôt l'esprit du mort évoqué, tantôt le fétiche au moyen duquel se fait l'évocation. „ Personne, pas même les exégètes les plus hardiment fantaisistes, n'avait jusqu'ici soupçonné ce sens de *ôb* = fétiche évocateur, et la certitude sereine de M. Garnault fera sourire, je pense, les hommes du métier. Mais voyez comme ce fétiche sert de transition naturelle à la ventriloquie ! Si l'évocation se faisait au moyen de ce complaisant fétiche, c'est qu'il parlait ; et comment eût-il pu parler, si par une fraude pieuse, par la ventriloquie habilement pratiquée — nous y voilà — le prêtre ne lui eût fait attribuer une voix caverneuse, qui en réalité ne sortait que de son propre gosier ? M. Garnault d'ajouter avec infiniment de raison : “ C'est certainement la première fois que ces points de vue sont indiqués. „

(1) Ibid., p. 648.

Le joint une fois trouvé, il ne sera pas difficile de multiplier les ventriloques dans l'ancien Israël. Tout oracle, quel qu'il soit, idolâtrique ou monothéiste, ne *peut* s'être rendu autrement que de la manière permise par notre exégète. Il suffira donc d'entasser pêle-mêle les textes les plus disparates pour en déduire triomphalement la conclusion désirée. Toute statue, mentionnée dans la Bible, doit parler désormais, et elle ne peut parler que par la ventriloquie. C'est une véritable obsession. Ainsi quand nous lisons dans la *Genèse*, XXXV, 4, que Jacob fait enterrer les *teraphim*, ou statuettes des ancêtres, près de Sichem, pour rompre complètement avec ce culte illégitime, M. Garnault (1) s'empresse de nous faire remarquer le caractère *chtonique* de cette opération, ce qui inclut nécessairement une voix sortant de terre, et, par conséquent, de la ventriloquie chez le patriarche. Il y a plus. Au second livre *des Rois*, V, 24, Jahvé fait dire par l'oracle au roi David : « Lorsque tu entendras un bruissement dans les sommets des arbres (2), précipite ton attaque. » Sous la plume de M. Garnault, ces arbres deviennent prophétiques grâce aux racines qui, plongeant dans le sol, se rapprochent du séjour des morts. La manifestation de Jahvé à Moïse dans un buisson ardent (*Ex.* III, 2) se trouve aussi rattachée à cet ordre d'idées. Il n'est pas jusqu'à la prophétesse Déborah (*Juges*, IV, 5), assise sous son palmier, qui ne devienne ventriloque pour le même motif (3). La fameuse scène de l'évocation de Samuel par la pythonisse d'Endor, qui a créé tant d'embarras aux commentateurs de toutes les croyances et de toutes les écoles, n'est qu'une histoire de ventriloquie : et M. Garnault, qui à ses heures fait la critique des sources bibliques, sait, lui, très exactement que dans le récit primitif, dont nous n'avons plus qu'une forme remaniée, figurait comme fétiche évocateur, une tête de mort (4). Le nom d'*engastrimythe* donné à la sorcière d'Endor par les

(1) Ibid., p. 652.

(2) Voir : Hummelauer, *Comm. in libros Sam.*, p. 307.

(3) Ibid., p. 653. M. Garnault confirme sa manière de voir par le raisonnement que voici. *Deborah* en hébreu signifie *abeille*. D'autre part les premières prophétesses de Delphes portaient le nom de *Melissa* qui a la même signification en grec. Donc « les abeilles prophétiques butinaient dans les feuilles le murmure inspirateur, au moyen duquel les arbres transmettaient aux vivants la science de l'avenir, puisée par leurs racines dans le Schéol et l'Hadès, dans le royaume des morts ». On goûtera l'originalité de cette logique transcendante.

(4) Ibid., p. 648.

traducteurs grecs, confirme avec éclat cette lumineuse exégèse ; en effet, ce mot grec veut dire *ventriloque*; d'où il doit être évident que le mot hébreu a le même sens. La pensée d'interpréter les idées du vieil auteur sémitique par les idées grecques du IIe siècle avant Jésus-Christ, appartient en propre à M. Garnault, et il peut se réclamer du mérite de l'invention, que personne du reste ne songera à lui ravir. M. Budde, qui ne sera jamais accusé d'orthodoxie étroite, lui écrivait à ce propos un billet malicieux : " En réalité, nous ne savons rien de certain sur le mécanisme de ces faits ; et nous attendons toute lumière de vous. „

Jusqu'ici, les recherches de l'exégète de la REVUE ROSE ne sont qu'originales et fantaisistes ; mais il arrive un moment où la mauvaise foi devient trop évidente. C'est quand il veut faire passer cette ventriloquie burlesque comme l'expression orthodoxe du culte de Jahvé. Tout le monde sait que l'Ecriture sainte fourmille d'avertissements mettant les Israélites en garde contre la sorcellerie, la nécromancie, le culte exagéré des morts et autres pratiques plus ou moins en opposition avec le culte exclusif de Jahvé. Sur ce point, impossible de contester l'accord parfait des divers documents qu'on croit retrouver dans le texte traditionnel : code sacerdotal, jahviste, élohiste, loi de sainteté, deutéronomiste, rédacteurs de tout âge et de toute provenance sont unanimes. Et cela est si vrai, que M. Stade, grand défenseur du culte des morts dans l'antique Israël, déclare ouvertement qu'à ses yeux la religion de Jahvé a été introduite par Moïse *en opposition radicale* avec les cultes antérieurs (1). M. Garnault ne renvoie qu'une fois, et cela sans indication précise, à l'ouvrage de M. Stade qu'il vénère comme " la plus grande autorité moderne critique pour l'histoire générale du peuple hébreu (2) „. Il aurait pu s'y renseigner plus amplement et peut-être dissimuler un certain nombre d'erreurs, trop grossières maintenant pour échapper au lecteur le moins attentif. Citons-en quelques spécimens.

Toujours à propos de la pythonisse d'Endor, M. Garnault conteste la valeur historique du récit, parce qu' " il est certainement faux, contrairement à ce que dit la Bible, qu'il (Saül) eût mis à mort les *Oboth* et les *Ideonim*, c'est-à-dire les nécromanciens, dont les fonctions durèrent extrêmement longtemps, furent à peine entravées par la centralisation du culte à Jérusa-

(1) B. Stade, *Geschichte des Volkes Israel*, I, 438 et 439; 515-518.
(2) IBID., p. 647, note 4.

lem „ (1). En réalité, nous assure-t-on, c'étaient les nécromanciens qui étaient orthodoxes, et plus tard le roi Manassé, instituant un oracle des morts à côté des oracles de Jahvé (2) " se montra, non impie, mais pieux au contraire „. Bien entendu, le critique de la Revue rose oublie de donner les preuves de ses affirmations déconcertantes. Ce qu'il y a de plus étrange ici, c'est que le récit biblique (1 *Rois*, XXVIII) auquel sont empruntés les éléments de la discussion, qualifie nettement la tentative de Saül de criminelle et d'illégitime. Assailli par ses ennemis, le roi d'Israël recourt d'abord, pour connaître l'avenir, à tous les moyens qu'autorisait le culte de Jahvé : il consulte les prophètes, les prêtres, l'oracle sacré, les songes. Il ne reçoit pas de réponse: découragé par le silence obstiné de Dieu, il se rend alors à la dérobée, pendant la nuit, chez la pythonisse, pour entendre un oracle rendu, non plus par Jahvé dont il reconnaît toujours l'autorité et la puissance (3), mais par un esprit hostile au Dieu qu'il adore. Il en est vivement blâmé par le prophète Samuel (4). qui lui prédit la défaite et la mort comme le plus terrible des châtiments. On est loin du brevet d'orthodoxie et de piété. délivré inconsidérément à Saül par le trop complaisant exégète.

Dans un autre passage de son article (5), M. Garnault recourt à une mutilation et à une vraie falsification des textes, pour faire dire au prophète Osée le contraire de ce qui est dit. " Hosée. prophète du VIIIe siècle, lisons-nous, considère comme un grand malheur d'être privé de statues, d'éphod et de teraphim (6); mais les fils d'Israël, dit-il textuellement, les retrouveront en même temps que leur Dieu. Le procédé était donc parfaitement orthodoxe pour Hosée, si orthodoxe même, qu'il considère comme un malheur le fait d'être privé de ces statues. „ En note on ren-

(1) Ibid., p. 647. Quelques lignes plus loin, M. Garnault n'en discute pas moins les données bibliques, comme si elles étaient pleinement garanties. Il est vrai qu'à ses yeux Saül. qui n'a pas consulté la sorcière. eût pu le faire, et à peu près dans les conditions que nous rapporte la Bible. — Le motif mis en avant pour nier la véracité de 1 *Rois*, XXVIII. n'est pris au sérieux par personne ; les abus idolâtriques, souvent combattus, renaissaient sans cesse dans l'ancien Israël.

(2) Où M. Garnault peut-il avoir lu cela ?

(3) 1 *Reg.* XXVIII, 10.

(4) 1 *Reg.* XXVIII, 16.

(5) P. 645.

(6) Par le procédé. discuté plus haut, M. Garnault suppose toutes ces statues parlantes, grâce à une supercherie de ventriloquie sacerdotale.

voie à Osée, III, 4 ; où se lit un texte, qui, de l'avis de tout le monde, a une portée très différente. En voici la traduction :

" Pendant de longs jours les fils d'Israël seront sans roi et sans prince, sans sacrifice, sans stèle, sans éphod et sans teraphim. Mais après cela les fils d'Israël reviendront et chercheront Jahvé leur Dieu et David leur roi; et pleins de respect s'empresseront vers Jahvé et vers ses bénédictions à la fin des temps. „

On le voit, la citation que M. Garnault prétend textuelle, ne l'est pas du tout, et on est obligé d'y voir un contre-sens voulu. Il y a manifestement *opposition* entre l'attirail idolâtrique du culte illégitime exercé par Israël et le roi schismatique, qui a succédé à Jéroboam d'une part, et Jahvé honoré sous la royauté légitime de David d'autre part. L'idolâtrie amène les malheurs prédits par le prophète, le retour à Jahvé est le gage des bénédictions futures. La religion d'Osée est plus haute et plus belle que la misérable ventriloquie qu'un traducteur infidèle prétend lui attribuer.

M. Garnault ne s'arrête pas en aussi beau chemin. Voulant abriter son orthodoxie ventriloquiste sous l'autorité de Philon (1), il choisit (dans une traduction) un passage de l'auteur juif, où est décrite l'action mystérieuse de Dieu inspirant les prophètes. Seulement, partout où Philon dit *Dieu*, M. Garnault propose de lire *esprit d'un mort* (évoqué par un ventriloque). " Le terme était primitivement équivalent „, ajoute-t-il avec assurance : et triomphalement il conclut aussitôt : " Aux environs de l'an 1000 avant notre ère (2) chez les Hébreux, l'affinité entre le prophète et le nécromant se manifeste, *pour qui sait voir*, par des traces fortement marquées. „

Dans la théorie si ingénieusement élaborée par M. Garnault, il restait cependant encore une difficulté dont il doit s'être rendu compte. Si la religion d'Israël n'est que le culte des morts exploité par des ventriloques habiles, le Dieu qu'ils invoquent ne peut être qu'un mort divinisé. Jahvé lui aussi ne sera donc qu'un homme qu'on invoquait par la nécromancie ; dès lors, sa voix devait avoir ce son caverneux que M. Garnault reconnaît en propre aux habitants du Schéol souterrain, et il ne pouvait rien avoir de commun avec le ciel, qui passe habituellement

(1) Philon, *La Monarchie*, liv. I, t. II de la traduction Bellier, p. 674. Paris, 1612.

(2) Page 652. — Qu'on veuille bien remarquer que Philon était contemporain de Jésus-Christ.

pour sa demeure. Or toute la Bible dit le contraire : Jahvé a comme siège les nuages, il est porté par les Chérubins, le tonnerre est sa voix; son manteau est étincelant de lumière ; il séjourne au Sinaï et au sommet du Sion. Parmi les rationalistes les plus avancés, personne, pas même M Stade, auquel M. Garnault a tort de renvoyer le lecteur, n'admet cette théorie par trop insoutenable. Que faire ? " Il est *difficile*, lisons-nous dans la Revue rose, p. 647, de prétendre que Jahvé représente simplement un héros éponymique juif. „ Mais ce qui est difficile n'est pas impossible : la phrase qui s'ouvrait en constatant la difficulté, s'achève par l'affirmation que le culte de Jahvé se confondait *à peu près* avec le culte des ancêtres. L'*à peu près* est aussitôt oublié ; et M. Garnault reconstitue sans hésitation, sur des données qu'il est seul à connaître et qu'il n'a point jugé bon de nous renseigner, la statue du mort divinisé qui s'appelle Jahvé. Pour faciliter les manœuvres ventriloquistes, il munit l'éphod-statue d'une mâchoire articulée, et fabrique ainsi de toutes pièces l'oracle sacré des Hébreux (1). Il est vrai que, de l'aveu même de son auteur, l'essai de reconstitution " n'a aucune prétention à l'exactitude „. Nous ne pouvons que souscrire au jugement que M. Garnault porte sur ses propres fantaisies, et l'étendre aux quatorze grandes pages où il a longuement développé ses contes bleus aux lecteurs de la Revue rose.

C. H.

(1) Page 646.

BIBLIOGRAPHIE

I

ENCYCLOPÄDIE DER MATHEMATISCHEN WISSENSCHAFTEN, herausgegeben von H. BURKHARDT und W. F. MEYER. Band I, Heft 4 (pp. 353-512), Heft 5 (pp. 513-720). Band II, Heft 2-3 (pp. 161-399). — Leipzig, Teubner, 1899 et 1900. Prix : 4 marcs 80, 6 marcs 40, 7 marcs 50.

Ces livraisons nouvelles de l'Encyclopédie mathématique ont été publiées respectivement le 17 octobre 1899 et le 29 mai 1900 (liv. 4 et 5 du tome I), et le 10 avril 1900 (liv. 2-3 du tome II). Nous allons les analyser sommairement, en remontant aux livraisons antérieures pour les chapitres dont le commencement ne se trouve pas dans les livraisons annoncées ici.

I. *Invariantologie*, par W. Fr. MEYER, professeur à l'Université de Königsberg (pp. 320-403). 1-2. Préliminaires historiques. L'auteur à qui l'on doit une histoire de l'invariantologie qui a été traduite en français et en italien, est parvenu à condenser dans ces deux paragraphes, une foule de renseignements sous une forme très systématique, grâce à des notations très bien choisies. Nous signalons au savant professeur un mémoire de Cauchy dans les *Exercices d'Analyse et de Physique mathématique* (t. I, pp. 101 sq.), où l'on trouve, dès 1840, des relations invariantives différentielles. 3-5. Équivalence (formes quadratiques et bilinéaires, formes d'ordre supérieur, formes automorphes, invariants des groupes finis). 6-11. Parenté des formes (limitation du nombre des invariants. Formes associées, types. Syzygies. Calcul du nombre des invariants distincts. Formes canoniques). 12-18. Procédés invariantifs divers (symbolique ; procédé d'Aronhold ; transvections, etc., substitutions de dérivées ; séries ; équations différentielles). 19-22. Extensions diverses (transformations supérieures ; réciprocants et invariants diffé-

rentiels ; invariants de la théorie de la courbure et de celle des surfaces). 23-27. Groupes spéciaux et formes spéciales (semi-invariants, combinants, résultants, discriminants, etc.).

La bibliographie accumulée par l'auteur dans ces quatre-vingts pages, est tellement riche qu'elle effrayera plus d'un lecteur tenté de faire une excursion dans le domaine de l'invariantologie. Nous exprimons le vœu que M. Meyer publie quelque jour un traité sur la matière contenant un exposé systématique des principales découvertes non encore inventoriées dans les livres de Salmon, Clebsch, Gordan, Faa di Bruno et Deruyts.

Séparation et approximation des racines, par C. Runge, professeur à l'École polytechnique de Hanovre (pp. 404-448). 1. Introduction. 2-9. Séparation des racines (limites ; méthode pour les différences ; théorèmes de Descartes, Budan, Sturm ; intégrale de Cauchy ; caractéristiques de Kronecker ; compléments du théorème de Sturm ; exemple numérique). Approximation des racines (procédé de Newton ; généralisation ; procédés de Horner, Bernoulli, Gräefe ; cas de plusieurs variables).

Il y a bien des lacunes dans cette section ; nous n'y trouvons pas, par exemple, le théorème de Newton, généralisation de celui de Descartes ; le théorème de Choquet sur la séparation des racines par les différences ; le procédé d'approximation de Cauchy, ni celui de Lagrange. Les indications bibliographiques nous semblent insuffisantes ; rien que dans les Nouvelles Annales de Mathématiques, on trouverait beaucoup de choses à glaner et à citer ici.

Fonctions rationnelles, symétriques des racines d'une équation, par K. Th. Vahlen (pp. 449-479). Définition, formules et procédés de Girard, Newton, Cramer, Waring, Faa di Bruno, Cauchy, Borchardt, Kronecker. Degré et poids. Opérateurs différentiels ; tables. Théorie de Mac-Mahon. Fonctions spéciales (aleph ; fonctions des différences des racines ; fonctions alternantes). Relations avec la théorie des substitutions et des groupes. Cas de plusieurs variables.

Théorie de Galois et applications par M. O. Hölder, professeur à l'Université de Leipzig (pp. 480-520). Les quinze premiers paragraphes contiennent la théorie générale ; les quatorze suivants, les applications aux équations des quatre premiers degrés, la démonstration de l'impossibilité de résoudre algébriquement les équations de degré supérieur, puis la théorie des équations résolubles, celle des équations de la division du

cercle, de la multiplication et de la transformation des fonctions elliptiques, etc.; le cas irréductible du troisième degré, les constructions au moyen du cercle et du compas et autres applications géométriques. — Dans la bibliographie générale, l'auteur cite les traités de Serret, Jordan, Petersen, Netto, Vogt, Weber. On peut y ajouter : E. Picard, *Cours d'analyse*, t. III, ch. XVI, pp. 420-491 où se trouve un exposé de la *Théorie des substitutions et des équations algébriques*.

Systèmes d'équations (fondu dans des sections antérieures) (p. 521).

Groupes finis de substitutions linéaires, par M. A. Wiman, professeur à l'Université de Lund (pp. 522-554). Nous ne sommes pas assez compétent en algèbre supérieure, pour indiquer avec précision l'objet de cette section, qui d'ailleurs se rattache étroitement à la précédente, tout en touchant par d'autres points à la théorie des équations linéaires intégrables algébriquement. Contentons-nous de dire que c'est ici que l'on fait connaître les recherches de Hermite sur la résolution des équations du cinquième degré et les travaux ultérieurs des géomètres, de Klein entre autres, sur des questions analogues.

Théorie des nombres (partie élémentaire), par M. P. Bachmann, à Weimar (pp. 555-581). 1-2. Théorèmes élémentaires. 3. Suite de Farey. 4. Théorème de Fermat et de Wilson. Racines primitives. 5. Congruences du premier degré. 6. Restes quadratiques; loi de réciprocité. 7. Équations indéterminées de degré 2, 3, 4; congruences quadratiques. 8. Congruences supérieures; imaginaires de Galois. 9. Recherche des nombres premiers. 10. Nombres parfaits. 11. Somme des puissances des m premiers nombres. 12. Carrés magiques. — On peut ajouter maintenant à la bibliographie générale de cette section : Cahen, *Éléments de la théorie des nombres*; au n° 12, il y aurait maintes additions aussi à introduire, mais le sujet n'en vaut peut-être pas la peine.

Théorie arithmétique des formes, par M. K. Th. Vahlen, professeur à l'Université de Königsberg (pp. 582-635). 1. Formes linéaires. 2. Formes bilinéaires et quadratiques en général. 3. Formes binaires quadratiques et formes bilinéaires à quatre variables. 4. Formes ternaires quadratiques. 5. Formes quadratiques à n variables. 6. Formes décomposables en formes linéaires. 7. Autres formes.

Théorie analytique des nombres, par M. P. Bachmann, à Weimar (pp. 636-674). 1. Partition des nombres. 2. Séries et méthodes de Dirichlet. Sommes de Gauss. 3. Fonctions numé-

riques diverses : nombre des diviseurs, somme des diviseurs, nombre des nombres premiers et inférieurs à un nombre, la fonction de Riemann, etc. 4. La fonction $[x]$. 5. Expressions asymptotiques de fonctions numériques. Nombre des nombres premiers. L'auteur cite ici les mémoires de M. Ch.-J. de la Vallée Poussin, publiés dans les ANNALES DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE, mais non le travail ultérieur, plus décisif, qui se trouve dans les MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE DE BELGIQUE (t. LIX, pp. 1-74) : *Sur la fonction de Riemann et le nombre des nombres premiers inférieurs à une limite donnée*. 6. Valeurs moyennes. 7. Transcendance des nombres e et π.

Théorie des corps numériques (Zahlkörper) *algébriques*, par M. D. HILBERT, professeur à l'Université de Goettingue (pp. 675-698). *Théorie du corps numérique circulaire* (Kreiskörper), par le même (pp. 699-714). Notre incompétence dans ce domaine de l'arithmétique supérieure, nous empêche de donner une analyse détaillée de ces deux sections. M. Hilbert a publié dans le tome IV (1897) du *Recueil de l'Association des mathématiciens allemands*, un exposé synthétique de la théorie des corps algébriques, plus étendu que celui que l'on trouve ici. Notons à la fin de la théorie du " Kreiskörper „ les mots suivants : la démonstration du théorème de Fermat sur l'impossibilité de résoudre $x^n + y^n = z^n$ en nombres entiers n'est pas faite jusqu'à présent.

Théorie arithmétique des grandeurs algébriques, par M. G. LANDSBERG (p. 715). Ce sujet a été traité dans une section antérieure.

Multiplication complexe des fonctions elliptiques, par M. H. WEBER, professeur à l'Université de Strasbourg (pp. 716-720). Cette section, dont la fin sera publiée dans la livraison suivante, se rattache en réalité d'une manière assez étroite aux parties les plus élevées de la théorie des nombres.

II. *Intégrales définies*, par M. G. BRUNEL, professeur à l'Université de Bordeaux (pp. 135-188 ; les pp. 135-160 dans le cahier 1 du tome II). 1. Intégrales définies proprement dites (il s'agit en réalité des limites de sommes d'expressions de la forme $fx\Delta x$: selon nous, il eût mieux valu conserver le terme d'intégrale définie pour les expressions que l'on déduit par particularisation d'une intégrale indéfinie). 2. Intégrales définies où la fonction devient discontinue, et où les limites deviennent infinies (il n'est pas exact, comme le dit la note, p. 137, que la *claire* distinction entre ces intégrales et celles du n° 1 soit due à Riemann : elle était *classique* de ce côté du Rhin, grâce aux

écrits de Cauchy, avant 1867, date de la publication de l'*obscur* mémoire de Riemann). 3-7. Propriétés diverses. 8. Intégrales multiples (d'après le mémoire de M. Ch.-J. de la Vallée Poussin, couronné par la *Société scientifique de Bruxelles).* 9. Diverses méthodes pour la détermination des intégrales définies. On pourrait sans grand'peine améliorer ce numéro : ainsi, 9*b*, ajouter l'intégrale (limite de somme) de *(dx : x)*, d'après une remarque de Fermat; 9*i*, parler des intégrales frullaniennes. 10. Théorème de Cauchy. 11. Intégration des fractions rationnelles entre des limites infinies. 12. Fonction gamma (pp. 157-171). L'auteur, qui a écrit une excellente monographie de la fonction gamma, a réuni ici, en un petit espace, un grand nombre de résultats anciens ou récents ; mais nous n'y voyons pas cités le mémoire de Landsberg publié en 1898 par l'Académie de Bruxelles (MÉM. in-8°, t. LV), ni quelques autres travaux belges. 13. Constante d'Euler. 14. Logarithme intégral (il eût fallu citer ici les tables les plus récentes et les plus étendues : celle de Glaisher). 15. Fonction Bêta. 16. Intégrales eulériennes (note 147, il y aurait à citer une note de Schaar, BULLETINS DE L'AC. DE BRUX., t. XV). 17. Application des intégrales définies dans la théorie des séries. 18. Nombre de Bernoulli (à citer ici maints travaux de Catalan). 19. Intégrales définies spéciales. 20. Sommes de Gauss. — Dans toute cette section, il nous semble qu'il y a assez d'additions à faire à la bibliographie des questions traitées. Dans la liste des monographies citées en tête de la section, il manque la suivante : A. MEYER, *Exposé élémentaire de la théorie des intégrales définies* (510 p. in-8°), Liége, Dessain, 1851 (ou MÉM. DE LA SOCIÉTÉ ROYALE DES SCIENCES DE LIÉGE, t. VII).

Équations différentielles ordinaires. Existence des intégrales, par M. P. PAINLEVÉ, professeur à l'Université de Paris (pp. 189-229). Ces quarante pages contiennent, sur l'une des questions les plus abstruses de l'analyse infinitésimale, une esquisse magistrale écrite par l'un des géomètres les plus compétents pour exposer l'état de la science dans ce domaine. Autant que nous pouvons en juger, la bibliographie sur chacun des points abordés dans la section est aussi complète que possible. Voici les grandes subdivisions : I. 1-2. État de la question avant Cauchy. 3-8. La méthode de Cauchy, développée par Lipschitz. 9-10. La méthode des approximations successives de Cauchy, retrouvée par Picard. 11-14. Méthode du calcul des limites de Cauchy. 15. Méthode de la variation des constantes de Cauchy. 16. Calcul des intégrales premières.—II. Conditions initiales singulières ordinaires (17-23);

extraordinaires pour les équations du premier ordre (24-31) ou d'ordre n (32-37). Dans cette dernière section, il s'agit des solutions singulières. Nous croyons que les difficultés signalées au n° 22, note 84, sur les contradictions qui semblent exister entre diverses parties de la théorie des solutions singulières, disparaissent si, au lieu du terme ambigu d'*enveloppe*, on se sert de la notion précise de *courbe tangente*, et si l'on introduit au besoin des variables homogènes dans les équations, afin de pouvoir considérer des solutions singulières situées à l'infini. — Dans la bibliographie générale, entre Moigno et Lipschitz, on peut citer Gilbert, *Cours d'analyse infinitésimale* (1872, 78, 87, 92). Dès 1884, et même auparavant, Massau, dans son *Mémoire sur l'Intégration graphique*, avait aussi retrouvé le principe de la méthode des approximations successives.

Équations différentielles ordinaires. Méthodes élémentaires d'intégration, par M. E. Vessiot, professeur à l'Université de Lyon (230-293). Cette section n'est pas moins importante que la précédente. L'exposé de la théorie des équations différentielles ordinaires que nous avons ici, est le seul où les idées de Lie soient introduites systématiquement et ainsi mises à la portée des analystes mieux que dans les énormes volumes où l'auteur et ses collaborateurs les ont développées d'une manière si peu attrayante. On peut signaler çà et là des lacunes dans la présente section, au point de vue des théories *anciennes* d'intégration; par exemple, dans l'intégration des équations linéaires, l'introduction des wronskiens (le Δ du n° 20) d'une manière plus explicite, eût permis à l'auteur de rendre son exposition plus précise et plus complète, et la méthode de Brisson méritait plus qu'une simple mention en note (p. 260). Mais cela présente peu d'inconvénients, puisque l'on trouve les théories anciennes exposées, tout au long, dans les manuels classiques et ici, au moins dans leurs traits essentiels.

Les subdivisions de l'exposé de M. Vessiot sont les suivantes : 1-3. Préliminaires. 4-10. Équations du premier ordre (séparation des variables; facteurs d'intégrabilité; méthode de Lie; intégration par dérivation, etc.). 11-15. Théories générales relatives aux systèmes d'équations du premier ordre. 16-19. Méthodes spéciales pour une équation du $n$ième ordre. 20-32. Équations linéaires; systèmes linéaires; systèmes de Lie. 33-35. Problèmes d'équivalence. 36-38. Théories rationnelles d'intégration.

Équations aux dérivées partielles, par M. Ed. von Weber, privatdocent à l'Université de Munich (294-399). L'auteur, comme on

le sait, après avoir publié plusieurs mémoires sur ce sujet, vient de faire paraître un grand ouvrage sur le *Problème de Pfaff et la théorie des équations aux dérivées partielles du premier ordre* où toutes les recherches sur la matière sont coordonnées dans des vues très unitaires. Il est donc spécialement compétent dans ce domaine de la science. Dans l'Encyclopédie, il a subdivisé son exposition de la manière suivante : 1-10. Préliminaires ; les diverses espèces d'intégrales. 11-17. Équations linéaires du premier ordre contenant une seule fonction inconnue. 18-27. Le problème de Pfaff. 28-42. Les équations non linéaires du premier ordre contenant une seule fonction inconnue. 43-54. Équations d'ordre supérieur au premier à deux variables indépendantes ; 55-60 : à m variables indépendantes. — Dans chacune de ces subdivisions, on trouve non seulement le résumé des recherches les plus anciennes, déjà plus ou moins classiques, mais aussi les plus récentes (celles de Lie, Frobenius, Bäcklund), ou les plus négligées par les auteurs antérieurs (celles de Grassmann, par exemple).

En résumé, les quatre livraisons de l'Encyclopédie mathématique que nous venons d'analyser, renferment sous une forme condensée, un résumé des parties les plus élevées de l'algèbre (invariantologie, substitutions, etc.), la théorie des nombres, celle des équations différentielles et des équations aux dérivées partielles, et un aperçu de la théorie des intégrales définies. Presque toutes les sections de l'Encyclopédie sont dues à des spécialistes connaissant à fond le sujet dont ils ont entrepris l'exposé. C'est assez dire que le succès de l'ouvrage est assuré. Sa place est dans la bibliothèque de tous les mathématiciens, et surtout des jeunes géomètres qui ont besoin d'un guide pour s'orienter dans le dédale des publications mathématiques contemporaines.

P. Mansion.

II

Kurzgefasste Vorlesungen über verschiedene Gebiete der höheren Mathematik mit Berücksichtigung der Anwendungen, von Dr. Robert Fricke, Professor an der technische Hochschule zu Braunschweig. Analytisch-Functionentheoretischer Teil. Mit 102 in den Text gedruckten Figuren. Un vol. cartonné grand

in-8° de IX-520 pages. — Leipzig, Druck und Verlag von B. G. Teubner. 1900. Prix : 14 marcs.

L'admirable *Cours d'analyse* de M. Jordan contient, comme on le sait, sous la forme la plus rigoureuse, sinon la plus simple, non seulement l'ancien cours classique de calcul différentiel et de calcul intégral de la grande École à laquelle il est destiné, mais la théorie des fonctions d'une variable imaginaire, celle des fonctions elliptiques et des fonctions abéliennes, les séries et les intégrales de Fourier, la théorie des équations différentielles linéaires et des équations aux dérivées partielles sous la forme la plus moderne, les parties élevées du calcul des variations, des notions étendues sur les fonctions sphériques, les eulériennes, la série hypergéométrique et un exposé étendu de la théorie générale des courbes et des surfaces.

En Allemagne, il y a un grand nombre de traités sur les parties supérieures de l'analyse qui ne sont pas enseignées dans les cours ordinaires de calcul différentiel et de calcul intégral des Écoles techniques supérieures. Mais, à part le second volume du *Compendium der höheren Analysis* de Schlömilch, qui devrait évidemment être un peu modernisé, il n'existait jusque tout récemment aucun livre rattachant les manuels d'analyse destinés aux étudiants, aux ouvrages et aux mémoires des savants sur les parties les plus élevées de la science.

M. R. Fricke, le savant collaborateur de Klein, a entrepris de combler cette lacune par la publication de l'ouvrage dont nous annonçons aujourd'hui le premier volume (le second sera consacré à l'Algèbre et à la Géométrie), et il semble l'avoir fait avec bonheur, comme on va le voir, par l'analyse sommaire que nous allons donner des sept chapitres dont il se compose. Disons tout d'abord qu'il a donné (ou au moins indiqué) dans chacun de ces chapitres une ou plusieurs applications de l'analyse à des questions de physique, dans le sens le plus étendu de ce terme, afin de montrer aux élèves des Écoles techniques supérieures que, selon le mot de Lord Kelvin, *there is no useful mathematical weapon which an engineer may not learn to use;* en outre, il a semé çà et là des questions à résoudre qui ne dépassent pas les forces d'un élève moyennement doué.

I. *Séries et intégrales de Fourier.* Applications aux vibrations des cordes et à la propagation de la chaleur (pp. 1-23).

II. *Fonctions sphériques.* Application au problème de la distribution de l'électricité sur une sphère soumise à une influence

inductrice. *Fonctions cylindriques.* Application à la détermination de l'anomalie excentrique en fonction du temps dans le problème de Kepler. Table des fonctions sphériques et cylindriques (pp. 24-74).

III. *Fonctions d'une variable complexe* (pp. 75-172). Étude de $(az + b : cz + d)$, z^2, $z + z^{-1}$; exponentielle ; fonctions hyperboliques. Définition générale d'une fonction de $z = x + yi$. Application au mouvement d'un liquide (idéal, incompressible) dans le plan. Intégrale d'une variable complexe. Séries imaginaires. Prolongement analytique. Pôles, zéros, points singuliers essentiels. Série de Laurent. Produits infinis : gamma. Fonctions polydromes : surfaces de Riemann. — Nous trouvons que, pour les fonctions simples considérées au début de ce chapitre, les représentations géométriques sont trop nombreuses : elles ne simplifient pas, mais compliquent l'exposition analytique.

IV. *Fonctions elliptiques* (pp. 173-283). Exposition très moderne : les fonctions de Weierstrass d'abord, celles de Jacobi ensuite, enfin la transformation de Landen. Ce chapitre se termine par un paragraphe sur le calcul numérique des fonctions elliptiques et onze pages de tables empruntées au *Précis* de Lévy.

V. *Applications des fonctions elliptiques* (pp. 284-337). Polygones de Poncelet ; trigonométrie sphérique ; géodésiques de l'ellipsoïde de révolution surbaissé ; quadriques homofocales ; équilibre des températures dans un ellipsoïde ; pendule sphérique et pendule ordinaire ; mouvement d'un corps autour d'un point fixe.

VI. *Équations différentielles linéaires* (pp. 338-424). Introduction aux recherches modernes de Riemann (équation hypergéométrique). Fuchs, Schwarz, Klein, Poincaré, Hill, etc. L'auteur ne peut qu'*indiquer* ici une application faite dans les hautes régions de la science à la théorie des perturbations. Si nous ne nous trompons, il y a d'autres applications plus terre à terre des équations linéaires à la technique électrique moderne.

VII. *Équations aux dérivées partielles* (pp. 425-514). Une grande partie de ce chapitre est consacrée aux équations différentielles ordinaires (existence de l'intégrale ; dernier multiplicateur) ; puis aux équations linéaires aux dérivées partielles. L'auteur étudie ensuite $f(x, y, x, p, q) = 0$, consacre deux paragraphes à l'équation générale avec un nombre quelconque de variables, et termine en donnant, comme dernière application, les équations générales de la dynamique.

Le livre est précédé d'une préface (pp. III-V) qui en indique

nettement le but, et d'une bonne table analytique (pp. VI-IX) : à la fin, il y a un index (pp. 515-518), des additions et des corrections (pp. 519-520).

Le livre de M. Fricke, écrit avec compétence et clarté, bien divisé et subdivisé, contenant plus d'applications aux sciences physiques que la plupart des traités d'analyse, semble appelé à un vrai succès. Çà et là, nous avons trouvé des appréciations historiques que nous ne signerions pas : elles sont trop allemandes.

P. MANSION.

III

VORLESUNGEN ÜBER DAS PFAFFSCHE PROBLEM UND DIE THEORIE DER PARTIELLEN DIFFENTIALGLEICHUNGEN ERSTER ORDNUNG von DR. EDOUARD VON WEBER, Privatdocent an der Universität München. Un vol. grand in-8°, cartonné de XI-622 pages. — Leipzig, Druck und Verlag von B. G. Teubner. Prix : 24 marcs.

Nous avons publié en 1875, la *Théorie des équations aux dérivées partielles du premier ordre* (Extrait des MÉMOIRES in-8° DE l'AC. DE BELGIQUE, t. XXV) qui contenait sous une forme systématique l'exposé des recherches des géomètres sur la question (y compris les premiers travaux de Lie), à part toutefois celles de Grassmann, Weiler et Lavagna dont nous n'avions pu prendre connaissance. Mais dans cet ouvrage, nous ne consacrions qu'un chapitre au problème de Pfaff et nous n'y faisions guère connaître que la méthode de Pfaff lui-même pour l'intégration des équations aux dérivées partielles du premier ordre et les simplifications qu'y a introduites Jacobi. — Dans l'édition allemande de notre livre, publiée à Berlin par Maser en 1892, nous avons introduit la démonstration de l'existence de l'intégrale due à Sophie Kovalevski et les recherches de Gilbert sur les équations linéaires aux dérivées partielles et sur la *Nova methodus* de Jacobi ; mais nous ne l'avons complété, ni sur le problème de Pfaff, parce que Forsyth venait de publier l'ouvrage intitulé *Theory of Differential Equations*, Part I : *Exact Equations and Pfaff's Problem* (Cambridge, 1890 ; traduction allemande de Maser en 1893), qui semblait devoir épuiser la question, ni sur les recherches de Lie qui étaient exposées en substance dans les

Leçons sur l'intégration des équations aux dérivées partielles du premier ordre de Goursat (Paris, 1891 ; traduction allemande de Maser, en 1893). D'ailleurs, Lie venait de commencer la publication de l'ouvrage colossal où il devait faire connaître l'ensemble de ses découvertes.

Aucun des ouvrages que nous venons de citer ne contient un exposé systématique du problème de Pfaff et de la théorie des équations aux dérivées partielles du premier ordre qui tienne compte d'une manière complète des relations étroites existant entre ces deux domaines de la science. Le livre plus récent de Delassus (*Leçons sur l'intégration des équations aux dérivées partielles du premier ordre*, Paris, 1897), bien qu'écrit à un point de vue très unitaire, ne s'occupe même pas du problème de Pfaff.

M. E. von Weber, bien connu des géomètres par les mémoires qu'il a publiés sur les deux sujets dont il s'agit, a entrepris, dans l'ouvrage que nous annonçons, de les faire connaître à la fois, en mettant partout en lumière les liens qui les rattachent intimement l'un à l'autre. Voici, d'après l'auteur lui-même, un aperçu des matières qui sont traitées successivement dans son ouvrage.

Introduction (pp. 1-5). I. Déterminants. Théorèmes indispensables pour la suite sur les équations linéaires et les déterminants symétriques gauches : théorèmes de Vivanti, Grassmann et Frobenius, Sylvester (pp. 6-43). II. Équations linéaires aux dérivées partielles du premier ordre, systèmes d'équations de Pfaff (fonctions de n variables : équations linéaires aux dérivées partielles du premier ordre ; systèmes : méthode de Jacobi : équations différentielles totales ; transformation de Mayer, etc.) (pp. 44-127).

III-X. Problème de Pfaff dans le sens étroit du mot (pp. 128-372). Préliminaires sur une expression pfaffienne ; méthodes de réduction de Pfaff, de Grassmann et de Jacobi ; procédé implicite de réduction : Clebsch et Lie. Intégrales équivalentes d'une équation de Pfaff. Transformations de contact et formes normales équivalentes. Méthode explicite de réduction. Transformations infinitésimales dans le problème de Pfaff.

XI. Théorie des transformations de contact comme cas particulier du problème de Pfaff (pp. 372-402). XII. Équations aux dérivées partielles du premier ordre non linéaires (pp. 403-467). Méthode de Pfaff complétée par Jacobi et Mayer ; variation des constantes ; méthode de Cauchy. XIII. Systèmes en involution (pp. 468-543). Méthode généralisée de Cauchy ; méthodes de

Lagrange, Jacobi, Mayer, Lie, etc. XIV. Théorie des groupes de fonctions de Lie et théorie de Bäcklund, comme cas particulier du problème général de Pfaff (544-598). XV. Historique : Pfaff, Gauss, Cauchy, Jacobi, Natani, Clebsch, Grassmann, Frobenius, Lie, Darboux et Engel (599-609). Bibliographie (610-616). Index (617-622).

Il faudrait des semaines d'étude assidue pour pouvoir examiner et apprécier le livre de M. von Weber dans ses détails; mais ce qui précède suffira pour faire comprendre qu'il a enrichi la littérature de la théorie des équations aux dérivées partielles d'un ouvrage important, à mettre auprès de ceux de Goursat, de Forsyth et de Delassus.

P. M.

IV

Précis d'Arithmétique élémentaire, à l'usage des Écoles moyennes, des Cours professionnels, des Écoles normales et des classes d'humanités, par l'abbé É. Gelin, Docteur en philosophie et en théologie, professeur de mathématiques supérieures au Collège Saint-Quirin à Huy. Quatrième édition, rédigée d'après un plan simplifié et contenant les solutions raisonnées de cent trente problèmes-types. Un vol. in-8° de 272 pages. — Namur, Wesmael-Charlier; Huy, chez l'auteur. Prix : 3 francs.

Le *Précis*, le *Traité* et les *Problèmes* d'Arithmétique de M. l'abbé Gelin sont, avec le *Résumé des Leçons d'Arithmétique* du R. P. Thirion, les meilleurs ouvrages que l'on ait publiés en Belgique sur la première et la plus indispensable des sciences mathématiques.

La première édition du *Traité d'Arithmétique* de M. l'abbé Gelin a paru en 1881, et nous en avons rendu compte dans la livraison d'octobre de cette année de la Revue des Questions scientifiques. En 1885, l'auteur fit paraître en même temps une édition considérablement augmentée du *Traité*, à l'usage des élèves qui se préparent à entrer dans les écoles spéciales; un *Précis d'Arithmétique* extrait du *Traité* et destiné aux élèves des écoles moyennes, des écoles normales et des classes d'humanités; enfin un *Recueil de Problèmes d'Arithmétique*. Ces trois ouvrages ont rencontré le meilleur accueil en Belgique et en France. De

nouvelles éditions du *Traité*, auquel l'Académie royale de Belgique avait décerné le prix De Keyn en 1886, ont paru en 1888 et en 1897; le *Recueil de problèmes*, considérablement augmenté, a été réédité en 1890 et en 1896. Nous avons sous les yeux une seconde édition du *Précis* en 1888, une traduction flamande qui a paru en 1889, enfin une quatrième édition qui vient de paraître il y a quelques jours (juin 1900).

Deux innovations caractérisent la nouvelle édition du *Précis* quand on la compare à la première et à la seconde et surtout au *Traité* de 1881. 1° L'ouvrage contient la solution raisonnée d'un grand nombre de problèmes-types. 2° L'auteur a abandonné l'ordre strictement logique dans la disposition générale de son livre, pour adopter un arrangement des matières plus conforme aux exigences de l'enseignement. Insistons sur ce dernier point.

Dans le *Traité* (1881 et 1885) et dans le *Précis* de 1885, l'ordre suivi était celui-ci : A. 1. Nombres entiers. Numération, addition, soustraction, multiplication, division. 2. Élévation aux puissances; extraction des racines. B. 3. Divisibilité des nombres. 4. Propriétés des nombres entiers. C. 5. Fractions ordinaires : les quatre premières opérations. 6. Élévation aux puissances et extraction des racines. D. 7. Fractions décimales : les quatre premières opérations. 8. Puissances et racines. 9. Fractions décimales périodiques. E. 10. Rapports et proportions. F. 11. Progressions et logarithmes. G. 12. Les mesures. H. 13. Problèmes (F manquait dans le *Traité* de 1881). — Dès l'édition du *Précis* de 1888, l'auteur rejette 2, 6, 8 en une section spéciale intitulée : *Puissances et racines* avant la théorie des rapports et des proportions ; de plus, les mesures et les problèmes viennent immédiatement après les fractions décimales.

Dans la quatrième édition, il a fait un pas de plus dans la même voie: il a réduit au strict nécessaire l'intervention de la théorie des nombres premiers dans la simplification des fractions et dans la réduction des fractions au même dénominateur; la théorie des nombres premiers et celle des fractions périodiques forment une section spéciale après les problèmes. Schématiquement, l'ordre des matières est donc maintenant à peu près celui-ci : 1, 3, 5, 7, 12, 13, 4, 9, 2, 6, 8, 10, 11, comparé à celui de 1881-1885; c'est-à-dire à peu près celui qui a été adopté autrefois par Bourdon, dans ses *Éléments d'Arithmétique*.

Nous applaudissons à cette transformation de l'excellent *Précis* de M. l'abbé Gelin. Tous ceux qui ont dû apprendre l'arithmétique raisonnée à des élèves d'intelligence et de volonté moyennes,

savent combien il importe de graduer l'enseignement de cette science pour qu'elle ait vraiment une influence éducative sur les élèves. Nous sommes persuadés que sous sa forme nouvelle il rendra plus de services encore à l'enseignement des collèges que sous l'ancienne.

Maintenant n'y a-t-il pas un pas de plus à faire dans la même voie ? N'y aurait-il pas lieu d'extraire du *Précis* (et nous en disons autant du *Résumé des Leçons d'Arithmétique* du R.P. Thirion) un livre plus simple encore, à l'usage de la sixième? Le modèle existe en France. C'est le petit livre intitulé *Premiers éléments d'Arithmétique* à l'usage des classes inférieures de Grammaire, par le R. P. Faton de la Compagnie de Jésus (Paris. Gauthier-Villars; 8e édition en 1882, 100 p. in-12). Il est rédigé avec la plus grande clarté, par demandes et réponses, courtes et substantielles. Au point de vue de la rigueur, il est presque irréprochable. Il ne traite que des nombres entiers, des fractions ordinaires, des fractions décimales et du système métrique, et contient des exercices. — Nous sommes persuadés qu'un manuel de ce genre que l'on devrait apprendre d'un bout à l'autre en sixième, rien de plus, rien de moins, et dont on retrouverait le texte dans un manuel plus étendu destiné aux classes suivantes, rendrait de grands services dans la première classe d'humanités.

P. M.

V

Œuvres de Descartes, publiées par Charles Adam et Paul Tannery, sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique. *Correspondance* III, janvier 1640-juin 1643. Un volume grand in-4° carré de 722 pages. — Paris, librairie Léopold Cerf. 1899.

Le troisième volume des *Œuvres de Descartes*, publiées par MM. Charles Adam et Paul Tannery (1), a paru dans les derniers mois de l'année 1899. Cette grande entreprise se poursuit donc régulièrement, et jusqu'ici les volumes se suivent à peu près à une année de distance. Ainsi qu'on a pu le voir, ce nouveau volume de la *Correspondance* s'étend de janvier 1640 à juin 1643;

(1) Nous avons rendu compte des deux premiers volumes dans la Revue des Questions scientifiques d'avril 1898 et de juillet 1899.

comme pour le précédent, d'ailleurs, l'impression a été suivie par MM. Darboux et Boutroux, en qualité de commissaires responsables.

Si l'on note l'objet des diverses lettres composant ce volume, on voit que Descartes a eu trois grandes préoccupations durant cette période de sa vie : la publication de ses *Méditations*, une lutte à soutenir ou à engager contre les Jésuites et une lutte beaucoup plus ardente contre Voetius.

Dès le 11 mars 1640, nous voyons que les *Méditations*, dont il parle alors sous le titre : *Essai de Métaphysique*, sont, ou à peu près, en état d'être imprimées; mais ensuite, écrivant à Constantin Huygens, il se défend de rien vouloir publier pour le moment : son intention n'est que d'en faire tirer douze ou quinze exemplaires pour les envoyer aux principaux théologiens et d'en attendre le jugement. " Ie compare, dit-il, ce que i'ay fait en cette matière aux demonstrations d'Apollonius, dans lesquelles il n'y a veritablement rien qui ne soit tres-clair et tres-certain, lors qu'on considere chaque point à part ; mais à cause qu'elles sont vn peu longues, et qu'on ne peut y voir la necessité de la conclusion, si l'on ne se souvient exactement de tout ce qui la precede, on trouve à peine vn homme en tout vn païs qui soit capable de les entendre. Et toutesfois, à cause que ce peu qui les entendent assurent qu'elles sont vrayes, il n'y a personne qui ne les croye. Ainsi ie pense auoir entierement demonstré l'existence de Dieu et l'immaterialité de l'Ame humaine; mais, pour ce que cela depend de plusieurs raisonnemens qui s'entre-suiuent, et que, si on en oublie la moindre circonstance, on ne peut bien entendre la conclusion, si ie ne rencontre des personnes bien capables et de grande reputation pour la Metaphysique, qui prennent la peine d'examiner curieusement mes raisons, et qui, disant franchement ce qu'ils en pensent, donnent par ce moyen le branle aux autres pour en iuger comme eux, ou du moins pour auoir honte de leur contredire sans raison, ie preuoy qu'elles feront fort peu de fruit. Et il me semble que ie suis obligé d'auoir plus de soin de donner quelque credit a ce traitté, qui regarde la gloire de Dieu, que mon humeur ne me permettroit d'en auoir, s'il s'agissoit d'vne autre matiere. „

A la fin de juillet, il en est toujours au même point, ne voulant confier son manuscrit à l'imprimeur que lorsqu'il sera sur le point de partir pour Paris. Le 30 septembre, il a réfléchi et juge qu'il ne pourrait empêcher une foule de gens de voir les

quelques exemplaires tirés, même en l'absence de fraude du libraire, et alors il songe à faire communiquer son manuscrit, par Mersenne, au P. Gibieuf et peut-être à quelques autres. Enfin, le 10 novembre, le manuscrit est envoyé à Huygens pour être transmis à Mersenne, sans doute sous le couvert diplomatique pour diminuer les frais. Annonçant cet envoi à ce dernier, Descartes propose le titre : *Renati Descartes Meditationes de prima Philosophia.* Il lui dit qu'il conviendrait de stipuler avec le libraire qu'il en donnera autant d'exemplaires tout reliés qu'on en aura besoin, " car, ajoute-t-il, il n'y a pas plaisir d'acheter ses propres Ecrits ".

En même temps, Descartes écrit au P. Gibieuf pour obtenir sa protection et celle du Corps de la Sorbonne, dont il faisait partie. Enfin, le 24 décembre, nous voyons que Mersenne s'occupe de l'impression et qu'elle doit comprendre les objections de Caterus, prêtre d'Alcmaer, qui ne veut pas être nommé. Descartes s'en remet d'ailleurs à son ami pour corriger ou changer tout ce qu'il jugera à propos. Il revient à l'idée d'un petit tirage avant le tirage public. Il se fait, d'autre part, un échange d'observations entre le Minime et le philosophe sur des changements de détail à apporter au texte. Descartes réclame d'ailleurs des objections de la part des docteurs, des philosophes et des géomètres ; toutefois, il n'en voudrait pas de Fermat, qui sait, dit-il, des mathématiques, mais raisonne mal en philosophie. Au contraire, c'est avec grande considération qu'il reçoit celles d'Arnaud, et il en prend occasion pour apporter certaines corrections à son œuvre. Sans entrer dans le détail des objections reçues par Descartes, nous mentionnerons spécialement celles d'ordre moral et théologique, qui se trouvent dans une grande lettre latine anonyme, dont l'auteur se désigne sous le nom d'*Hyperaspistes*, et qui date de juillet 1641. Descartes y répond, longuement aussi, dans une lettre également latine du mois suivant.

Cependant, comme l'éditeur Soli n'avait de privilège que pour la France et que les libraires hollandais se préparaient à donner des éditions des *Méditations* sans autorisation, Descartes traite avec l'un d'eux sous la réserve qu'il n'enverra aucun exemplaire en France ; il se plaint d'ailleurs de Soli qui ne lui en a fait parvenir aucun, bien qu'il ait achevé d'imprimer depuis trois mois (lettre du 17 novembre 1641). Cette édition hollandaise fut plus complète que l'édition française, comprenant les septièmes objections et une lettre au P. Dinet.

Nous avons dit que Descartes s'occupa beaucoup d'une grande lutte qu'il projeta d'engager contre les Jésuites. Une lettre à Huygens, de juillet 1640, montre bien comment l'affaire débute : " le croy que ie m'en vais entrer en guerre auec les Iesuites ; car leur Mathematicien de Paris (1) a refuté publiquement ma Dioptrique en ses Theses ; sur quoy i'ay écrit à son Superieur, afin d'engager tout leur Corps en cette querelle. Car, bien que ie sache assez, il y a long-temps, qu'il ne fait pas bon s'attirer des aduersaires, ie croy pourtant que, puis qu'ils s'irritent d'eux-mesmes, et que ie ne le puis éuiter, il vaut mieux vne bonne fois que ie les rencontre tous ensemble, que de les attendre l'vn apres l'autre, en quoy ie n'aurois iamais de fin ".

Il revient sans cesse sur cette grande lutte et se plaint des *cavillations* du P. Bourdin ; mais les Jésuites se dérobent quand il prétend livrer une bataille où l'ordre tout entier soit engagé ; nous savons d'ailleurs que son grand ennemi deviendra prochainement son correspondant, en sorte que, pour l'instant du moins, tout cela pourrait bien prendre le titre de la comédie de Shakspeare. Nous n'en parlerons donc pas davantage.

La lutte contre Voetius est beaucoup plus tragique. Elle s'engage à l'occasion de thèses soutenues par Regius à Utrecht. Il y eut d'abord, le 24 novembre 1641, une soutenance concernant une thèse sur la circulation du sang, qui ne laissa pas que d'émouvoir le théologien Voetius, lequel était recteur de l'Académie; mais ce fut une thèse soutenue le 8 décembre suivant qui mit le feu aux poudres. Elle contenait l'assertion *quod homo sit ens per accidens*, et cela souleva de furieux orages qui se renouvelèrent trois jours consécutifs (2). Descartes, du reste, ne fut pas très satisfait de son disciple, et il lui donne des conseils sur la façon d'expliquer cette expression. Il l'engage à ne point s'irriter contre un collègue qui lui conseillait de donner une interprétation de sa thèse, ajoutant que cela semble le conseil d'un ami.

Cependant, des thèses contraires aux idées nouvelles devaient être soutenues dans le courant du même mois, et Voetius les fit compléter, au nom de la Faculté de théologie, par trois corollaires contre la proposition en question, contre la rotation diurne

(1) Le P. Bourdin.

(2) Voir, page 462, la version officielle rédigée par les soins du Conseil de l'Université d'Utrecht.

et annuelle de la Terre et contre la négation des formes substantielles. Regius expliqua qu'il ignorait que ses propositions touchassent à la théologie et fussent dangereuses, et il déclara ne vouloir porter aucune atteinte à celle-ci. En conséquence, on ôta du titre des corollaires le nom de la Faculté de théologie, et on en corrigea ce qui visait Regius et Descartes ; mais les thèses elles-mêmes contenaient mainte attaque contre leurs idées, en sorte que la discussion s'échauffa, conformément au désir de Voetius qui présidait et qui interrompit un sectateur des idées nouvelles, en déclarant que ceux qui ne s'accommodaient pas de la manière ordinaire de philosopher en attendaient une autre de M. Descartes, comme les Juifs attendent leur Élie qui doit leur apprendre toute vérité.

Regius résolut de répondre par écrit et consulta Descartes. Celui-ci, dans une lettre de janvier 1642, l'engagea à observer la plus grande modération et à s'abstenir pendant quelque temps de toute discussion publique. Il voudrait que son disciple conservât le plus possible les mots anciens ; il ne faut point rejeter ouvertement les formes substantielles et les qualités réelles, mais dire seulement qu'on n'en a pas besoin pour expliquer les choses. Quant à l'*ens per accidens*, il faut avouer qu'on n'a pas bien compris cette expression de l'école et professer qu'on croit que l'homme est *verum ens per se, non autem per accidens*, que l'esprit est uni au corps réellement et substantiellement : Descartes énonce formellement que certaines propositions de Regius ne lui paraissent pas vraies, puis il termine en lui donnant un projet de réponse en partie en français, de peur que, s'il l'écrivait entièrement en latin, Regius ne négligeât de changer son style, trop inculte pour être attribué à celui-ci.

Regius goûta peu les moyens " d'honnêteté et de douceur " que lui conseillait Descartes, et du reste le consul Van der Hoolck lui dit que toute réponse serait mal reçue et que l'on prendrait pour railleries les compliments de Descartes. Finalement, Regius publia, plus ou moins retouchée, une réponse plus vive qu'il avait préparée dès l'abord, et Descartes lui en envoya des félicitations. Une saisie de la réponse lui assura un plus grand succès, et Voetius, furieux, poursuivit la proscription de la philosophie nouvelle et la suppression de l'écrit de Regius : le Sénat académique rendit son jugement le 17 mars 1642, jugement ordonnant que tous ceux qui enseigneraient la philosophie se contentassent de discuter des questions particulières et de façon à ne point attaquer les fondements de la vieille philosophie

et à conserver la tranquillité dans l'Académie. Sur quoi, Descartes écrit à son disciple : " *Quiesce, quæso, et ride* ". Quant au fils de Voetius, il concluait en ces termes un exposé de cette lutte et de ce jugement : " *Atque hic fuit finis novæ et intrusæ philosophiæ* ".

Cependant les coups succèdent aux coups, et, le 12 août 1642, le Conseil de la ville d'Utrecht défend d'imprimer rien contre les thèses des professeurs de l'Université et de mettre en vente aucun écrit *hujus farinæ*. Descartes ne pouvait d'ailleurs manquer d'être mis en cause d'une façon directe, et il écrit à Mersenne, le 7 décembre 1642, que Voetius fait imprimer contre lui un livre intitulé *Philosophia Cartesiana*, dans lequel il renouvelle une assertion antérieure d'après laquelle Mersenne écrirait contre Descartes ; celui-ci annonce d'ailleurs son intention de répondre. Un peu plus tard, 23 mars 1643, il explique à son ami que c'est là un titre fait pour faire vendre le livre sous son propre nom ; un second titre plus développé porte : *Admiranda Methodus novæ Philosophiæ Renati Descartes*. Il annonce, un mois après, à Colvius qu'il y a fait une réponse : *Epistola ad celeberrimum Virum Gisbertum Voetium*.

C'est de cet écrit que parle Huygens, dans sa lettre du 6 juin 1643 : " I'ay veu, dit-il, tout du long des chemins que nous auons faict iusques icy, la bonne iustice que vous rendez a Voetius et a son aide de camp (Schoock). Ainsi fault il bien appeler vostre escrit ; car ils ont doublement merité le fouet que vous leur donnez. Quelqu'vn des plus sensés d'entre MM. les Estats d'Utrecht, qui est ici, m'en iugea de mesme hier, et que cest homme (ce sont ses paroles) commence a puer en leur ville, n'y ayant plus que des femmelettes et quelques imbecilles qui en fassent cas. Cependant ie m'assure qu'il remuera toute pierre, pour se reuancher de ce que vous luy faictes souffrir d'vne main si vigoureuse, qui, a tout prendre, ne s'est employée qu'aueq ce qu'il fault de ressentiment en vne tres iuste defence contre la plus noire calomnie dont un Gentilhomme Chrestien puisse estre entaché. "

Ces paroles font allusion à l'accusation d'athéisme spéculatif lancée par Voetius contre Descartes. Huygens ne se trompait pas, d'ailleurs, en prévoyant une vigoureuse riposte : elle vint sous forme d'une citation devant le magistrat d'Utrecht, ainsi que Descartes l'annonce, le 28 juin, à Élisabeth de Bohême, princesse palatine. C'est à ce point de la lutte que nous en restons à la fin du tome III.

En dehors des trois grands objets qui ont occupé le plus Descartes de 1640 à 1643, objets comprenant deux polémiques, le philosophe a traité d'une foule de sujets avec ses correspondants.

Les mathématiques pures l'occupent peu. Dans une lettre à Mersenne du 1er avril 1640, se trouve l'affirmation que Blaise Pascal avait appris de Desargues ce qu'il expose dans son Essai sur les coniques. Cela a été nié vivement ; or il suffit de lire ce traité pour y trouver, comme le dit Descartes, la déclaration de ces emprunts. De courtes indications sur les équations binomes et sur la réduction des équations du 6e degré au 5e (lettres des 30 septembre 1640 et 25 mars 1642) offrent d'autant moins d'importance que la dernière de ces lettres est profondément erronée. Il ne reste donc à signaler d'une façon spéciale qu'une note (p. 707) ayant pour objet de démontrer que tout cône ayant pour directrice une ellipse, une parabole ou une hyperbole, présente des sections circulaires ; encore Descartes se borne-t-il à traiter complètement quelques cas simples et à indiquer la marche pour la solution générale.

En mécanique, il revient sur le choc et sur la chute des corps et étudie le plan incliné et les moufles (pp. 245 et 185) ; mais ce sont les questions d'hydrodynamique qui l'occupent le plus. Huygens, dans une lettre du 26 mai 1642, le presse de donner un pendant à cette belle étude sur les machines simples dont nous avons parlé à propos du tome I ; et précédemment, du reste, il faisait faire par Mersenne et faisait lui-même des expériences sur l'écoulement des liquides. C'est le 18 ou le 19 février qu'il donne satisfaction à Huygens en lui envoyant une dissertation sur les jets d'eau, horizontaux ou verticaux ; puis, dans une lettre à Mersenne du 23 mars, il étudie un jet d'eau incliné à 45° sur l'horizon. Le travail adressé à Huygens est du plus haut intérêt, et nous ne pouvons mieux faire que de reproduire cette appréciation des éditeurs : " Descartes établit tous les éléments essentiels : distinction de la vitesse effective et de la vitesse théorique ; égalité entre cette dernière et la vitesse qui serait acquise par un grave tombant d'une hauteur égale à celle de la charge ; limite de la hauteur du jet vertical. La priorité réelle de la découverte doit probablement être laissée à Torricelli, quoiqu'il ne l'ait livrée à l'impression qu'en 1644, dans ses *Opera Geometrica*... Mais l'indépendance de Descartes est incontestable, et sa lettre, communiquée à Mersenne, valait publication en France. On remarquera cependant que pour cette question, de

même que Torricelli, Descartes s'appuie sur les travaux de Galilée ; et il y a à cet égard une opposition assez singulière entre la critique qu'il en faisait en 1638 (voir tome II, lettre CXLVI) et la reconnaissance qu'il témoigne de leur valeur en cette circonstance. „

Nous ne saurions suivre Descartes dans toutes les questions qu'il aborde ; mais nous ne saurions nous dispenser de signaler ses recherches sur la densité de l'air. Dans une lettre du 19 janvier 1642, il expose à Mersenne le procédé employé par lui : " Ayant vne petite fiole de verre, fort legere et soufflée a la lampe, de la figure que vous la voyez icy peinte (1), de la grosseur d'une petite bale de ieu de paume, et n'ayant qu'vne petite ouuerture, a passer vn cheueu, en l'extremité de son bec B, ie l'ay pesee dans vne balance tres exacte, et estant froide, elle pesoit 78 $\frac{1}{2}$ grains. Apres cela ie l'ay chauffée sur des charbons ; puis, la remettant dans la balance en la situation qu'elle est ici peinte, c'est a dire le bec en bas, i'ay trouué qu'elle pesoit a peine 78 grains. Puis, plongeant le bec B dans de l'eau, ie l'ay laissé ainsy rafroidir, et l'air se condensant a mesure qu'elle se refroidissoit, il est entré dedans autant d'eau que la chaleur en auoit chassé d'air auparauant. Enfin, la pesant avec toute cete eau, i'ay trouué qu'elle pesoit 72 $\frac{1}{2}$ grains plus que devant ; d'ou ie conclus que l'air qui en auoit été chassé par le feu, est a l'eau qui estoit rentrée a sa place, comme $\frac{1}{2}$ à 72 $\frac{1}{2}$, ou bien comme vn a 145. Mais ie me puis estre trompé en cecy, car il est malaysé d'y estre iuste ; seulement suis ie assuré que le pois de l'air est sensible en cete façon (2). „

Une lettre du 7 décembre montre que Mersenne a refait l'expérience et a trouvé un rapport voisin de 12 à 1 : Descartes doute que l'air soit si pesant. Le 4 janvier 1643, il critique cette expérience, il craint des erreurs de pesée, la présence d'un peu de cendre, l'échauffement de l'air ambiant qui, devenant plus rare, rendrait la poire plus pesante, ou qui, par son mouvement d'ascension, tendrait à la soulever. Il disait aussi à Mersenne de vérifier si un corps chauffé, tel qu'une lame de cuivre, ne perd pas de son poids, et, celui-ci s'étant assuré qu'il n'en est rien, Descartes s'en réjouit comme d'une vérification de sa méthode

(1) Le col se recourbe et descend au-dessous du fond de la fiole.

(2) Descartes avait raison de se défier de son résultat, puisqu'il correspond à 6g,8 pour le poids d'un litre, soit plus de cinq fois le poids réel.

pour peser l'air (2 février 1643). On voit enfin, dans une lettre du 23 mars suivant, que Mersenne a pesé de l'air comprimé dans une arquebuse à vent : Descartes l'en félicite, mais en ajoutant qu'il est difficile de savoir la quantité d'air contenue dans l'arquebuse.

On peut voir combien Descartes était loin de s'enfermer dans les spéculations *à priori*, et nous clorons notre étude du tome III en mentionnant seulement un examen des moyens employés pour empêcher les cheminées de fumer (lettre à Mersenne du 20 octobre 1642).

GEORGES LECHALAS.

VI

TRACTION ÉLECTRIQUE, extrait des leçons professées à l'Institut électrotechnique Montefiore, par ERIC GÉRARD, directeur de cet Institut, professeur à l'Université de Liége. Un vol. in-8° de 136 pages avec 92 figures dans le texte.—Paris, Gauthier-Villars, 1900.

La REVUE a annoncé, dans sa livraison du 20 avril 1900, la publication de la sixième édition des excellentes *Leçons sur l'électricité* de M. Eric Gérard. C'est de cet ouvrage magistral, que les revues scientifiques belges et étrangères ont loué à l'envi dans des articles signés des noms les plus autorisés, qu'est extrait, avec quelques retouches de détail, le traité dont nous venons de transcrire le titre : il est donc superflu d'en faire l'éloge.

Ce n'est pas un livre de vulgarisation destiné au grand public. Les formules mathématiques devaient évidemment trouver place dans cet exposé didactique ; mais elles ne s'y montrent nullement envahissantes ; si les renseignements qu'elles fournissent s'adressent surtout à ceux qui, par profession, ont à s'occuper du problème le plus actuel de l'électrotechnique, la langue qu'elles parlent n'a rien d'inintelligible pour ceux qui possèdent les notions générales des traités modernes d'électricité et s'intéressent, par curiosité, aux secrets de la marche des véhicules électriques qui sillonnent aujourd'hui nos villes et aborderont demain les grandes lignes interurbaines.

L'ouvrage est divisé en cinq chapitres traitant respectivement

des *Notions générales sur les tramways électriques*, des *Systèmes de traction des tramways*, des *Éléments d'un projet de traction de tramway*, des *Chemins de fer électriques*, du *Coût de la traction électrique*.

T.

VII

TRAITÉ DE GÉOLOGIE, par A. DE LAPPARENT; 4e édition, dernier fascicule. — Paris, Masson et Cie, 1900.

Ce troisième et dernier fascicule du *Traité de Géologie* par M. de Lapparent, comprend comme fin du livre deuxième, le système crétacé, les systèmes tertiaires, le pléistocène ; comme livre troisième les phénomènes éruptifs, et comme livre quatrième l'orogénie et les théories géogéniques. — En ce qui concerne les terrains crétacés et tertiaires, l'auteur a remanié complètement le texte ancien, en décrivant séparément les étages, comme il l'avait pratiqué à propos des terrains précédents. D'ailleurs, ce remaniement est accompagné d'une manière constante des compléments ou rectifications indiqués par le progrès de la science depuis 1892. Je crois inutile de revenir sur le soin apporté dans cette partie par M. de Lapparent : il a mis l'attention d'un Bénédictin ou d'un Allemand à dépouiller la littérature. Quand il en vient aux terrains quaternaires ou pléistocènes, nous signalerons l'étude avancée consacrée à la Scandinavie, et faite surtout d'après les recherches de M. de Geer. Les mers et lacs où dominent successivement les *Yoldia*, les *Ancylus* et les *Lymnœa*, les *Littorina*, font reconnaître des affaissements ou des relèvements qui ne semblent pas en harmonie avec la doctrine de M. de Drygalski. Touchant l'influence qu'aurait exercée jadis la présence ou la disparition de la couverture de glaces qui revêtait la Scandinavie, les choses sont plus compliquées. M. de Lapparent conclut que la succession des phénomènes de submersion et d'émersion de la Baltique et de l'Amérique boréale, dépend surtout des mouvements propres de l'écorce du globe. Il en revient donc à bien des égards sur ce point à l'explication formulée, il y a un siècle, par L. de Buch. — A propos du métamorphisme et des enclaves de roches éruptives, l'auteur a emprunté aux recherches de M. Lacroix des renseignements

d'une grande importance En ce qui concerne les roches éruptives proprement dites, on remarquera le paragraphe consacré aux basaltes à ménilite et aux phonolites du Brisgau, du Nègau, de la Souabe et de la Hesse, où M. Branco a constaté en grand nombre des centres bien singuliers d'éruption. On notera également les transformations subies par les diabases et les spilites des Grisons, d'après M. Steinmann. Mais c'est principalement au quatrième livre, relatif à l'orogénie, que M. de Lapparent a inséré les changements qui proviennent du progrès de l'investigation. Ce qui se rattache aux mouvements des couches, chevauchements, plis couchés, structure imbriquée, a été revu et remanié, et il en est de même de la répartition des accidents dominants. A ceux-ci appartient la disposition des terrains archéens rappelant des amandes dans une pâte (*amygdaloïde*), fréquente dans les Alpes. La structure du Mont-Blanc et des massifs voisins est déchiffrée d'après les vues de MM. Vallot et Duparc, Marcel Bertrand et Bitter. Au lieu du culot de protogyne, pincé de manière à présenter la structure en éventail, et qui compose l'axe central de ces grandes montagnes d'après les idées antérieures, on trouve en réalité une série de plis aigus inclinés partout au sud-est. La tectonique du massif du Pelvoux, d'après M. Termier, doit être envisagée de la même manière. C'est une interprétation absolument différente de celle qui était adoptée auparavant. Parmi les compléments nous avons à citer également les plissements multiples du Jura de Porentruy, se résolvant en un plateau avec failles, sous l'influence de la poussée vers l'Archéen qui réunit souterrainement les Vosges au Plateau central. Notons aussi les détails ajoutés sur les Klippes des Carpathes avec figures très significatives, et sur ceux des Préalpes ; les coupes fournies par feu Briart sur les terrains houillers des environs de Charleroi, et l'interprétation de M. Marcel Bertrand sur les terrains dévono-carbonifères du bassin franco-belge; la structure des terrains engagés dans la chaîne du Caucase ; la théorie nouvelle de M. Marcel Bertrand sur la production des grands plis couchés à charnière horizontale, et qui n'auraient été produits que dans la profondeur ; etc. — L'auteur résume, vers la fin du livre, les idées de M. Michel Lévy sur la disposition du réseau tétraédrique qui convient au globe, et suivant lequel les arêtes saillantes du tétraèdre coïncident avec les principales zones de plissement ou d'effondrement. Idée ingénieuse sans doute, mais qui a besoin d'être contrôlée par une connaissance

plus avancée que la nôtre touchant les mouvements de la croûte terrestre aux divers âges.

On voit, d'après le peu qui précède, que la quatrième édition du *Traité de Géologie* représente l'état de la science au commencement de ce XXe siècle, et figure à juste titre parmi les œuvres les plus remarquables dont les sciences naturelles ont été l'objet de nos jours.

C. D. L. V. P.

VIII

LA FACE DE LA TERRE, par ED. SUESS, traduit avec l'autorisation de l'auteur et annoté sous la direction de EMMANUEL DE MARGERIE. Tome II. Un vol. in-8° de 850 pages. — Paris, 1900.

Le deuxième volume du grand ouvrage intitulé *La Face de la Terre* vient d'apparaître au jour. Traduit sous la direction de M. Em. de Margerie, qui s'est adjoint MM. Bernard, Deperet, Kilian, Poireau, Six et Zimmermann, il garde le caractère qu'il avait dans le premier volume. C'est une œuvre complexe, où le texte écrit par un homme de grand talent est rendu avec exactitude et clarté, en même temps qu'une œuvre originale, parce que les notes inframarginales de l'auteur sont complétées par celles des savants français, avec une ampleur qui dans beaucoup de circonstances leur donne une valeur documentaire doublant le mérite de l'édition. Le livre de M. Suess a sa place marquée dans la bibliothèque du géologue et du géographe. On y trouve réunis, avec une érudition dont il y a peu d'exemples dans un livre embrassant l'ensemble du globe, des idées et des vues éminemment suggestives. C'est pourquoi, en rendant l'ouvrage de M. Suess accessible aux lecteurs français, M. de Margerie et ses collaborateurs ont rendu un grand service à la science. — Le présent volume traite du déplacement des rivages, des contours de l'Océan Atlantique et de l'Océan Pacifique ; des mers paléozoïques, mésozoïques et tertiaires. Puis il étudie les phénomènes actuels en tant qu'ils ont trait aux modifications des rivages, et il passe en revue les lignes de rivage de la Norwège, le temple de Sirapis à Pereyzoles, les mers de la Baltique et du Nord, la Méditerranée, les lignes de rivage des côtes équatoriale et

australe, pendant les temps historiques. Les conclusions sont consignées dans un dernier chapitre intitulé " les mers ". Les notes ajoutées au bas des pages de l'édition française sont beaucoup plus développées que celles qui émanent de M. Suess. Parmi ces notes qui représentent l'état actuel des recherches, plusieurs confirment les idées de M. Suess. D'autres, plus rares, sont plutôt en opposition avec les vues du naturaliste de Vienne : ainsi, par exemple, celles qui ont trait aux mouvements propres de la croûte du globe, que l'auteur allemand conteste d'une manière beaucoup trop systématique. Pour le grand nombre de ces annotations quand elles sont expliquées, elles roulent sur des modifications de détail, qui ne portent pas directement sur les conclusions de l'auteur. — Un autre mérite de cette édition consiste dans les figures nouvelles qui l'accompagnent; 76 figures sur 122 ont été exécutées spécialement pour l'édition française. Toutes sont très remarquables par le fini de l'exécution et la plupart l'emportent par là sur celles du texte original.

C. D. L. V. P.

IX

STREIFZÜGE DURCH DIE BIBLISCHE FLORA (Excursions à travers la Flore biblique), par le R. P. LÉOPOLD FONCK, S. J. Volume V, fascicule 1er, des BIBLISCHE STUDIEN, collection publiée par M. BARDENHEWER. Un vol. in-8° de XIV-167 pages. — Fribourg, Herder, 1900.

La flore biblique est un domaine assez inexploré jusqu'à présent. Dans les *Dictionnaires bibliques* de Riehm-Baethgen et même de M. Vigouroux, dans les *Archéologies bibliques* de M. Nowack et de M. Benzinger, et dans la récente *Géographie de la Palestine ancienne* de M. Buhl, les renseignements sont nécessairement incomplets et parfois controuvés. Maintenant encore, semble-t-il, les identifications proposées par Linnée sont respectées plus que de raison ; on s'abrite trop derrière l'autorité des devanciers, et on ne contrôle pas assez leurs dires par des observations personnelles. Il serait facile de montrer dans des ouvrages de haute valeur, par exemple dans le *Dictionnaire hébraïque* de Gesenius-Buhl (1899), des erreurs qui ne sont dues qu'à cette confiance excessive.

Le R. P. Fonck fait autrement et mieux. Chez lui, il n'est pas une affirmation qui ne soit appuyée sur une connaissance *de visu* ; l'érudition est sûre et étendue, la discussion serrée. Ajoutez-y une grande lucidité d'exposition et un style agréable et enjoué, qui rendent l'ouvrage extrêmement attrayant. A l'école du R. P. Fonck on s'instruit sans se fatiguer, et sous ce rapport son livre est un modèle du genre.

Les excursions, annoncées dans le titre, sont au nombre de cinq. A la suite de notre guide nous parcourons le rivage de la Méditerranée, depuis le Liban jusqu'aux abords de l'Égypte. Gravissant ensuite les hauteurs du Liban, nous nous initions à la flore particulière des montagnes, pour descendre bientôt dans la plaine encaissée entre le Liban et l'Antiliban. C'est la Célésyrie antique, la *Beqa* actuelle, région souvent aride et déserte. Après en avoir étudié la maigre végétation, nous sommes appelés à suivre le Jourdain depuis l'Hermon, où il prend sa source, jusqu'à la mer Morte, en passant par les riches campagnes qu'il féconde. Au riant tableau qui se déploie sous nos yeux, succède dans une dernière *Excursion* la flore si variée des environs de la mer Morte.

On le voit, nous n'avons pas une étude absolument complète de la flore palestinienne : c'est un essai, qui sera complété plus tard. Tel qu'il est, il rendra déjà de précieux services au botaniste et à l'exégète.

Voici la méthode du R. P. Fonck. A chaque plante qu'il rencontre, il consacre d'abord une description, où le mérite littéraire n'a rien à envier à l'exactitude scientifique. Viennent ensuite l'aperçu historique des essais d'identification tentés jusqu'à présent, et la solution, toujours raisonnée, que propose le Révérend Père. L'indication et l'interprétation des passages bibliques, qui ont trait à la plante étudiée, viennent clore d'ordinaire chacune de ces monographies. Comme type du genre, nous aimons à citer la belle étude sur le *lis biblique* (pp. 53-76), publiée déjà dans les Stimmen aus Maria-Laach, LIV (1898), pp. 151-168. On y voit avec quelle indépendance, s'alliant à une courtoisie parfaite, la discussion est engagée et poursuivie, avec le seul souci de la vérité à découvrir et à défendre contre les écrivains les plus en renom. Citons à ce sujet aux pages 18-23 la fameuse querelle de la courge, *lis cucurbitaria,* soulevée par un passage du prophète Jonas *(Jon.* IV, 5-7), et où le ricin reste décidément victorieux de la courge *(version des Septante, Peschito syriaque, ancienne*

version latine) et du lierre *(Aquila, Symmaque, Theodotion, saint Jérôme* dans la *Vulgate).*

Une question intéressante entre toutes, est celle de la manne biblique. On sait que le tamaris, appelé par les Arabes *tarfa*, distille sous la piqûre d'un insecte, un suc mielleux, qui se coagule assez rapidement et qui, tombé sur le sol, affecte la forme de graines de coriandre. De nos jours encore, les Bédouins l'appellent du nom de *manne* ou *manne du ciel*, et quand aux mois de mai et de juin l'arbuste laisse couler le suc avant le lever du soleil, ils disent, absolument comme dans la Bible (*Exode*, XVI), qu'il *pleut* de la manne. Un problème d'exégèse assez vivement discuté, se pose par conséquent en ces termes : La manne biblique est-elle la manne naturelle de la *tarfa* ?

Le R. P. de Hummelauer dans son commentaire sur l'*Exode* (pp. 171-174), ne se prononce pas. Le R. P. Fonck (p. 13) les identifie complètement ; le miracle, d'après lui, ne consiste que dans la multiplication extraordinaire qui en fut faite par Dieu en faveur des Israélites. Les exégètes ne demanderont qu'à partager cet avis. Toutefois le texte sacré fait difficulté en plus d'un endroit. Ainsi lorsque dans les *Nombres*, XI, 8, nous lisons que les Hébreux *broyaient la manne au moyen du moulin ou la pilaient dans le mortier*, on a peine à songer à la manne molle et gluante de la *tarfa*. D'après l'*Exode*, XVI, 20, la manne biblique conservée jusqu'au lendemain *fourmillait de vers ;* tandis que le suc du tamaris sinaïtique ne se corrompt pas. Il est certain qu'il y a des analogies frappantes entre les deux, et l'identification épargnerait bien des embarras. C'est une raison sérieuse, semble-t-il, pour que dans une nouvelle édition, l'examen de ces difficultés de texte soit franchement abordé par le R. P. Fonck : il n'est pas seulement botaniste de marque, mais aussi exégète exact et consciencieux.

En finissant signalons entre autres, aux pages 89 et suiv., la monographie très soignée des arbustes épineux de la Palestine ; aux pages 111 et suiv., celle du figuier ; et aux pages 128 et suiv. l'application si nette et si précise des données scientifiques aux paraboles de l'Évangile (le semeur, la zizanie, etc.). Espérons que les *Excursions* publiées maintenant, se transformeront bientôt en une Botanique complète de la Terre Sainte.

Une table, indiquant les passages bibliques élucidés au cours de l'ouvrage, compléterait heureusement le travail du R. P. Fonck.

C. H.

X

L'Année cartographique. *Supplément annuel à toutes les publications de Géographie et de Cartographie*, dressé et rédigé sous la direction de F. Schrader; 7e supplément. Trois feuilles de cartes avec texte explicatif au dos, in-folio. — Paris, Hachette, 1897.

Comme les suppléments des précédentes années, celui-ci renferme trois feuilles consacrées à l'Afrique, à l'Asie, à l'Europe et à l'Amérique.

M. Marius Chesneau a rédigé la notice relative à l'Afrique; il mentionne une quarantaine de voyages d'exploration, mais les données géographiques qu'il met en vedette sont clairsemées. Signalons particulièrement la mission hydrographique du Niger de M. le lieutenant de vaisseau Hourst, dont les résultats modifient de façon fort sensible ceux de la mission Toutée. L'itinéraire de M. Hourst comporte un tracé de 3000 kilomètres, appuyé sur quinze bonnes positions astronomiques, entre autres Boussa (lat. 10°09'; long. E. de P. 2°20'); un bief de 1700 kilomètres, navigable en toute saison, a été reconnu entre Koulikoro et Ansongo.

Glanons encore quelques faits. Le poste de Mpoko a été fondé par M. Gentil, sur la Nana, affluent du Gribingui, par 6°46' lat. N.

Malgré la grande différence d'altitude entre le lac Kivu (1490 m.) et le Tanganyika (800 m.), presque tout le cours du *Rusizi* (une centaine de kilomètres environ) est parfaitement navigable; c'est que la dénivellation se fait brusquement à la sortie du Kivu.

Une baie pour le mouillage des navires a été découverte au sud de l'embouchure du Cunène par l'expédition allemande dirigée par le Dr Esser.

MM. Versepuy et de Romans ont constaté l'existence du lac Bouniampaka, situé entre Mengo, la capitale de l'Ouganda, et le lac Albert-Édouard; d'autre part, le lac Rouherou (Rouisamba), qui se trouve à 200 mètres plus haut que ce dernier, ne communique pas avec celui-ci par une large baie, mais par un petit cours d'eau, long d'une quarantaine de kilomètres.

La notice de M. Chesneau, trop sommaire pour pouvoir être intéressante, se termine par la mention de divers événements politiques : arrangements territoriaux, construction de voies

ferrées, etc. Elle est accompagnée des cartes suivantes : Sahara algérien. Itinéraires de F. Foureau. 1894-96 ; — Frontière entre Dahomey et Lagos, d'après le levé du capitaine Plé ; Partie occidentale de la presqu'île des Somalis, d'après les explorations les plus récentes ;— Le lac Victoria, l'Ouganda et l'Ounyoro ;— Cours du Niger, d'après les travaux de la mission Hourst, entre Timbouctou et Badjibo (avec itinéraire de la mission Toutée entre Cotonou et le Niger) ; — Route de Konakry au Niger levée par le capitaine Salesse ; — Région de l'Ouroua, d'après les travaux les plus récents ; — Partie du royaume des Marotsé (entre Loenghé et Zambèze).

Pour l'Europe, nous avons une note de M. Aïtoff sur le premier recensement de la population de l'empire russe. Ce recensement, fait à la date du 9 février 1897, accuse pour la Russie d'Europe 94 188 750 habitants, ou 19,4 par kilomètre carré ; pour la Pologne 9 442 590 h. ou 74 par k.c. ; pour la Finlande 2 527 801 h. ou 8 par k. c. Pour l'ensemble de l'empire (Europe et Asie), 129 211 113 h. ou 6 par k. c.

MM. Charles-Eudes Bonin et J. Chaffanjon donnent chacun le résumé du voyage qu'ils ont fait en Asie.

M. Bonin, vice-résident en Indo-Chine, a fait la traversée du Tibet oriental et de la Chine. Il montre les grandes lignes de son exploration et signale, entre autres découvertes géographiques, dont il n'a d'ailleurs pas su se rendre compte *de visu*, l'immense courbe, englobant un grand massif montagneux, avec des crêtes de 5000 m., décrite par le Yang-tsé-Kiang, au sud de Yun-ning-tou-fou, et l'obligation de reporter le fleuve, en ce point, d'un degré, ou 100 kilomètres, plus au nord.

Quant au voyage de M. Chaffanjon, il porte sur la Mongolie, et notamment sur les monts Altaï (traversée par Toulta, le lac Daïn-Gol et le glacier de Terekti) ; — la vallée de l'Eder, relevée sur une longueur de 400 kilomètres (bassin supérieur de la Selenga) ;— la vallée peuplée du Kerouelen et les monts Khingan.

Cartes : Traversée de la Mongolie. Mission J. Chaffanjon ; — Traversée du Tibet oriental. Voyage de M. Bonin ; — Voyage de Nansen au Pôle Nord ; — Région arctique (côte d'Europe et d'Asie, Terre François-Joseph) ; — Dénombrement de la population de l'empire russe.

La notice que M. Victor Huot consacre à l'Amérique, ne s'occupe guère que du Venezuela. Comme le dit l'auteur lui-même, c'est " au seul point de vue de la géographie physique et de la cartographie générale, le résumé très rapide (on peut ajouter

fort bien fait) des observations rapportées par le Dr Sievers „ de ses importantes explorations (1884-85 et 1892-93) pour déterminer le système montagneux du Venezuela.

L'érudit professeur de l'Université de Giessen s'était donné pour programme la détermination des relations réciproques des différents systèmes montagneux du nord de l'Amérique du Sud, et la détermination respective de chacun d'eux.

La première partie du voyage a été consacrée à l'étude et à l'exploration du pays situé entre Coro et Barquisimeto. Les données sur Barquisimeto, dues à Codazzi (1841), sont exactes; mais sa carte de la région du Coro est absolument à refaire. Il n'y a pas ici une chaîne unique, la *Sierra de San Luis*, flanquée jusque Tocuyo d'un fouillis de hauteurs courant dans les directions les plus variées; mais de nombreuses chaînes parallèles, orientées W. S. W. à E. N. E., et d'altitude à tout le moins comparable à celle de la Cordillera de San Luis.

Pour M. Sievers, le *Coro* est un système montagneux distinct, s'étendant depuis Altagracia, sur le lac Maracaïbo, jusqu'à Tocuyo. Il constitue une partie essentielle du Venezuela, et dépasse en importance, avec ses 47 000 k. c., les monts *Caribes*.

A l'est de la région du Coro et de Barquisimeto, s'étend le système des monts Caribes. Ils peuvent se diviser en trois grandes sections : 1° la section des monts *Yaracui*, entre le rio *Aroa* et le rio Yaracui; la dépression de Yaracui n'est donc qu'une cassure dans le système montagneux des Caribes et non la ligne de séparation entre celui-ci et la Cordillère. Cette ligne est constituée au nord par le rio Aroa, et au sud par une ligne qui se dirige de Sararé vers Santa Rosa; — 2° les monts Caribes occidentaux, entre le rio Yaracui et le cap *Codera;* — 3° les monts Caribes orientaux entre le rio *Neveri* et son affluent de gauche l'*Aragua*, et le golfe *Triste* ou de *Paria*. Les deux dernières sections sont séparées par la cassure du golfe de *Barcelona*, et subdivisées chacune en deux chaînes, une chaîne méridionale et une chaîne septentrionale. Sans envisager les superficies, les altitudes, les climats ou la végétation, on peut dire que la partie orientale des monts Caribes est caractérisée par sa faible population, son manque de bons ports et de moyens de communication; impossible, dans ces conditions, de lutter, au point de vue économique, avec les États du centre de la Cordillère des Caribes.

Des cinq cartes relatives à l'Amérique, une se rapporte au voyage du Dr Sievers, une autre aux chemins de fer mexicains

(11 469 kil. de voies); les trois autres donnent la partie australe du territoire de Santa Cruz (Argentine), le bassin supérieur du Xingu, et la Cordillère des Andes, de la passe de Puyehe au 44° lat. S.

F. Van Ortroy.

XI

Études industrielles russes. L'Oural, par Maurice Verstraete. Un vol. in-8° de 262 pages et 1 carte. — Paris, Hachette, 1899.

M. Verstraete appartient au corps consulaire français, et semble vouloir se consacrer à l'étude des régions industrielles de la Russie. Après avoir publié un travail sur l'Exposition de Nijni-Novgorod, envisagée au point de vue industriel, il est allé se rendre compte sur place de l'importance des gisements miniers et des mines de l'Oural. C'est le résultat de son *enquête*, combiné avec des renseignements empruntés à M. Matvief (1), qu'il donne dans ce volume. Il a condensé, de méthode fort précise, tout un faisceau de faits intéressants, qui montrent l'importance des richesses de l'Oural.

Après avoir envisagé quelques questions d'intérêt général (1re partie), l'auteur fait un examen approfondi de l'industrie sidérurgique, de loin la plus importante (pp. 51-181); il consacre le reste de son travail à étudier la production du cuivre, du manganèse, du fer chromé, de l'amiante, du platine, du sel, de l'or, des pierres précieuses et des produits chimiques (pp. 183-257). A la page 259, sont données les mesures et monnaies russes.

Parcourons chacune des parties de ce travail. Et tout d'abord les questions générales.

Le bois, la houille, la tourbe et les résidus de naphte sont les quatre combustibles jouant un rôle dans l'exploitation des richesses minières de l'Oural; le principal combustible industriel est le bois. Il est fourni par de riches forêts de pins, de sapins et de bouleaux, pas toujours sagement exploitées, mais

(1) *Les métaux de l'Oural*, 1897.

dont la superficie totale est encore estimée à 42 millions de déciatines (1 déciatine = 109 ares 25 cent.).

Grâce à l'introduction assez récente de l'industrie, les forêts les mieux conservées se trouvent dans l'Oural septentrional; elles sont concédées aux usines par l'État, après avoir été divisées en grands rectangles, où la coupe peut se faire tous les soixante-dix ans.

Dans l'Oural central, où sont les plus anciennes mines de fer, les forêts appartiennent à des industriels; elles sont très appauvries; mais la production du charbon de bois y est plus abondante que dans l'Oural du Sud, où les richesses minières sont considérables et les forêts fort maltraitées.

L'emploi du charbon de bois s'impose, bien qu'il ne soit pas très économique; les diverses manipulations qu'il subit avant d'arriver à la gueule du haut-fourneau (coupe, transport, carbonisation) coûtent cher, en effet; et, vu le manque de communications, ou vu la distance, on ne peut songer aux cokes de Sibérie ni à ceux du bassin du Donetz, dont la production suffit à peine aux besoins de la Russie méridionale.

Ce n'est pas que la houille fasse défaut dans les régions de l'Oural; les mines sont même d'une très grande richesse, mais le charbon est d'une qualité médiocre; les principaux centres d'extraction se trouvent sur la ligne de Perm à Ekaterinebourg et fournissent annuellement 23 300 000 pouds de combustible. Il donne un coke de qualité inférieure, qui ne peut servir à la production de la fonte, mais est très propre au travail du cuivre et au chauffage des chaudières, locomotives, fours à puddler, etc.

La tourbe est le troisième combustible industriel de l'Oural. Elle se rencontre dans de vastes marais et est utilisée dans l'Oural central, bien qu'actuellement son prix soit supérieur à celui du bois et du charbon; quant aux résidus de naphte, ils arrivent par le Volga, la Kama ou la Biélaïa; ce combustible est trop coûteux.

Sans combustible, dit M. Verstraete, l'industrie ne peut pas exister; sans transports faciles, elle ne peut pas se développer. Or les usines de l'Oural, situées loin des centres productifs de matières premières (minerai, combustible, fondant, argile) et des marchés ou des centres de consommation, ne disposent que de moyens de transport assez primitifs : chevaux et traîneaux. Ce moyen d'exploitation étant onéreux et absorbant une grosse part des bénéfices, les usines ne font franchir à leur charbon de bois et à leur minerai, qu'une dizaine de lieues, et elles

doivent borner chacune leur production à deux millions de pouds ; à moins de se dédoubler, mais alors la décentralisation industrielle amène un éparpillement fâcheux de force et de travail, et rend difficile la lutte avec les autres régions industrielles de l'Empire, qui peuvent concentrer davantage leur production. C'est ainsi que les 105 mines de l'Oural n'ont produit en 1898 que 42 678 852 pouds de fonte, tandis que la production des 16 usines de la Russie méridionale est estimée à 60 millions de pouds.

A part les chevaux, l'Oural ne possède guère d'autres moyens de transports utilisables. Si les rivières, au moment où elles sont débarrassées de leur prison de glace, rendent des services appréciables pour l'exportation des produits finis qui sont presque tous expédiés par la Kama, la Tchoussoraïa et la Biélaïa, en revanche elles ne jouent qu'un très petit rôle pour le transport des matières premières ; elles sont torrentueuses et la remonte est trop difficile aux barques.

Quant aux chemins de fer, ils sont presque à l'état de mythe. Excepté quelques voies étroites établies par les industriels, le vaste pays de l'Oural n'est desservi que par les deux lignes de Perm-Tioumen, et Samara-Zlatooust, construites loin des centres producteurs de fonte. Or le progrès et l'essor économique de la région ne sont possibles que grâce à l'établissement de moyens de transports rapides et à bon marché, qui n'absorbent plus, comme les routes, traîneaux et charrettes, 33 p. c. du coût total du prix de la fonte, pour amener les matières premières à pied d'œuvre.

Secoués de leur léthargie par la concurrence du bassin du Donetz, les industriels de l'Oural semblent vouloir mieux comprendre leurs intérêts ; le VIe Congrès métallurgique, réuni en 1897 à Ekaterinebourg, a demandé la construction de 2000 verstes de chemin de fer à voie étroite.

Si le combustible et les moyens de transport sont de première importance pour l'exploitation des mines de l'Oural, un autre gros élément doit aussi intervenir : c'est la main-d'œuvre. Or, on ne peut pas dire que celle-ci soit abondante. La classe ouvrière n'existe pas encore en Russie. Dans l'Oural surtout, l'ouvrier russe est généralement un paysan, qui donne son travail l'hiver à l'industrie et l'été à l'agriculture. Aux houillères de Kizel, on compte 300 ouvriers l'été et plus de 2000 l'hiver. Heureusement le paysan russe émigre volontiers, et l'on peut constituer lentement, mais à grands frais, les agglomérations de

populations nécessaires, sans toutefois recruter des ouvriers habiles ; c'est une longue éducation à faire ; l'usine joue en quelque sorte le même rôle que le château féodal au moyen âge. On estime à 240 000 environ, le nombre d'ouvriers occupés dans les industries minières et métallurgiques de l'Oural.

La plupart des produits, notamment les métaux, sont négociés à la foire de Nijni-Novgorod, qui dure du 15 juillet au 25 août. Cette pratique disparaîtra le jour où des chemins de fer sillonneront l'Oural. Cette évolution constituera un grand progrès, car les métallurgistes pourront vendre les produits de leur fabrication en toute saison.

Les capitaux étrangers ont aidé puissamment au développement de l'industrie russe. On calcule qu'ils sont représentés dans l'Oural par 130 millions, appartenant à neuf sociétés belges et françaises.

Dans la deuxième partie de son travail, M. Verstraete examine en détail l'industrie sidérurgique des régions de l'Oural (ch. I à IV), et consacre un chapitre entier (ch. V) à deux gros établissements métallurgiques du bassin du Volga. Il étudie d'abord les principaux centres d'extraction (10), puis il s'occupe des produits métallurgiques, fontes, fers, tôles et aciers en recherchant, autant que possible, l'importance de la production et les prix de revient et de vente ; enfin il donne des détails sur chacune des usines productrices.

En 1898, la production totale de fonte en Russie était de 132 600 000 pouds environ : la Russie méridionale, nous l'avons déjà vu, figure dans ce chiffre pour 60 millions de pouds, et l'Oural pour 42 678 852.

Le prix de revient de la fonte dans l'Oural et dans la Russie méridionale oscille respectivement entre 35 et 50 kopecks et entre 42,4 et 42,6 kopecks par poud. Le prix de vente est de 85 à 90 kopecks à Saint-Pétersbourg, l'un des principaux marchés de fonte de l'Oural. Tous frais déduits, c'est un bénéfice net de 20 p. c.

La production du *fer* dans l'Oural tend plutôt à diminuer ; le contraire se manifeste pour l'*acier*. En 1897, la production de ces deux produits était de 15 527 550 pouds, et de 6 523 280 pouds. Le prix de revient subit plus encore que celui de la fonte le contre-coup de frais généraux très élevés (20 p. c. minimum), et il ne reste guère de bénéfices sur les produits finis.

Quant aux mines, l'auteur les classe en mines privées et en mines appartenant à l'État. Il dit leur nombre, leurs installations,

les diverses branches d'industrie, les productions, etc. Parmi les sociétés minières, citons l'*Oural-Volga* (p. 134), qui dispose d'un capital de 43 millions de francs.

Exception faite pour la fonte et ses dérivés, les industries métallurgiques ne sont pas représentées dans l'Oural de façon brillante.

L'industrie du cuivre, malgré les droits de douane de 2 roubles 50 kopecks par poud, lutte avec peine contre l'importation étrangère. La production totale de l'Empire russe est de 3 400 000 pouds environ; l'Oural fournit un peu plus de la moitié.

Quant au manganèse, c'est le Caucase qui possède les mines les plus importantes de la Russie : l'Oural vient en ordre tout à fait secondaire; sur une production de 12 398 076 pouds, en 1895, il est représenté par 168 200 pouds.

L'Oural seul possède dans l'Empire russe des minerais de fer chromé. Vingt-neuf mines ont donné, en 1895, 1 200 000 pouds de ce produit.

Bien que l'Italie demeure toujours le principal pays producteur d'amiante, l'Oural se fait, pour ce produit, une place de plus en plus grande. En 1898, la production a été de 150 000 pouds ; les centres d'extraction se trouvent à Bajenovo, sur le chemin de fer de Perm à Tioumen.

Les salines de l'Oural sont situées sur les deux rives de la Kama, à cent verstes en amont de Perm ; elles sont peu florissantes ; elles ne dépassent pas la douzaine, avec 70 puits, et une production, en 1897, de 15 819 398 pouds ; c'est 17 p. c. de la production totale russe, qui est de 93 millions de pouds.

Il existe aussi des mines de sel gemme à Iletz, à 65 verstes d'Orenbourg ; elles ont donné, en 1897, 1 741 553 pouds de produits.

L'Oural a presque le monopole de la production du platine, soit, en 1898, 363 pouds, ou 95 p. c. de la production du monde; il reste 5 p. c. pour la Colombie, le Canada, l'île de Bornéo et les États-Unis d'Amérique. Mais les sables ou dépôts platinifères semblent s'appauvrir. Malgré cela, la " Société industrielle du Platine " s'est constituée à Paris, en décembre 1898 ; elle a absorbé bon nombre de propriétaires et travaille avec un capital-actions de 22 millions de francs, et un capital-obligations émissible (!) de 16 millions. Elle a, de plus, des arrangements avec la maison anglaise Johnson Mathey, qui dispose, par contrat, de la production de platine de plusieurs mines, et s'est assuré de ce chef un bénéfice annuel brut de 3 500 000 francs.

Le prix de revient du platine brut est de 6000 roubles le poud, et le prix de vente de 13 000 roubles ; le platine *affiné* se vend 18 000 roubles.

L'outillage des mines de platine est le même que celui des placers d'or.

La production de l'or tend aussi à diminuer dans l'Oural ; en 1898, elle était de 611 pouds, comprenant de l'or de filon, et surtout de l'or d'alluvion ou de lavage. L'exploitation des quartz aurifères remonte, dit-on, à l'année 1748 ; celle des placers aurifères à 1814 ; cette industrie occupe 40 000 ouvriers. Tout l'or produit doit être vendu à l'État.

Les sociétés exploitantes, où les Belges sont aussi représentés, ne distribuent guère de dividendes pour le moment.

Parmi les grandes richesses de l'Oural, il faut ranger les pierres précieuses ; elles se trouvent habituellement dans le granite, où elles se présentent soit sous forme de cristaux libres enveloppés d'une gangue argileuse, soit comme des excroissances de la roche. Figurent parmi les espèces les plus intéressantes les alexandrites, les aigues-marines, les améthystes, le cristal de roche, les émeraudes, les saphirs, les topazes, les rubis et surtout les phénacites et les tourmalines rouges qui ne se trouvent dans aucune autre partie du monde. C'est aux environs d'Ekaterinebourg que se rencontrent les principaux gisements de ces rares minéraux.

M. Verstraete termine son travail par des notes sur l'industrie des produits chimiques ; elle n'est pas très développée.

L'analyse que nous venons de terminer montre l'intérêt du travail ayant pour titre : " L'Oural ". L'étude est consciencieuse et ne prête guère qu'à des critiques de détail. Nous n'en retenons qu'une.

L'auteur parle (p. 143) d'accidents survenus à des machines allemandes ou belges, fournies à des industriels russes. Quel dommage qu'il ne cite pas de noms à l'appui ! Ce n'est pas que nous mettions sa parole en doute ; mais parmi les Allemands et les Belges, il en est qui ont l'épiderme sensible ; ils se diront qu'il ne faut pas, lorsqu'on accuse, rester dans le vague, ce qui est un mal, mais préciser, ce qui est plus équitable. Et puis, ne se mettront-ils pas à penser que M. Verstraete est français et qu'il peut avoir songé à ses compatriotes ?

F. Van Ortroy.

XII

Traité méthodique de Géographie du Congo : *Géologie. Orographie. Hydrographie. Ethnographie. Productions naturelles. Organisation politique. Industrie. Commerce. Communications*, par Ferdinand Goffart. Un vol. in-8° de 218 pages avec 13 cartes et cartons en couleur, 12 cartes en noir, 6 figs., 5 diagrammes. — Anvers, Thibaut, 1897, 2e tirage, 1898.

Ce traité est le premier essai scientifique de la géographie de l'État Indépendant du Congo. Il est tout à l'honneur du lieutenant Goffart, qui ne s'est épargné ni peines, ni recherches. L'œuvre évidemment n'est pas parfaite, et ne pouvait pas l'être ; mais c'est une bonne étape vers la connaissance méthodique de tout ce qui se rattache à la jeune colonie africaine.

Tous les faits sont groupés sous quatre rubriques : Géographie physique, géographie politique, géographie économique, géographie historique.

Les grandes divisions de la géographie physique sont : la géologie, l'orographie, l'hydrographie, l'ethnographie, les produits naturels, le climat.

Dans une édition que nous souhaitons prochaine, l'auteur remaniera le chapitre « Géologie et Orographie » : de grands progrès ont marqué ces derniers temps, et il ne semble pas que le bassin du Congo soit une vaste dépression produite par affaissement et où se rencontre une « grande crevasse centrale ». D'autre part, la science ignore une « grande dorsale africaine », et est d'avis que le relief du bassin du Congo ne présente pas de chaînes de montagnes proprement dites, mais des hauteurs, tels les plateaux de la Manica et du Kwandelungu, produites par l'érosion.

L'hydrographie doit aussi faire l'objet de quelques petites réserves.

La Lulua est-elle bien, de par son orientation générale, le véritable cours supérieur du Kassaï ? Celui-ci ne doit-il pas être envisagé comme le premier et non comme le second affluent du Congo ? Cela ressort du chiffre du débit de la rivière comparé à celui de l'Ubangi : Kassaï 11 000 m³, Ubangi 8000 m³. Enfin nous n'osons croire que la Djuma soit un cours d'eau de l'importance du Sankuru (p. 40).

M. Goffart consacre de longues lignes à l'ethnographie (pp. 47-82) ; elle présente pour lui un attrait tout particulier.

On admet généralement la répartition en trois races des diverses tribus congolaises ; mais la science ne ratifiera pas les classifications détaillées que l'auteur propose; il ne les considère d'ailleurs pas lui-même comme définitives (p. 213). Un exemple montrera le vice du système. Les Bantus sont divisés en Bantus du Sud, en Bantus de l'Est et en Bantus de l'Ouest, ou du Congo. Les Bantus occidentaux forment divers groupes : Bantus de la côte, Bantus des forêts, Bantus-Lundas. Et comme cela ne peut suffire, nous verrons les Bantus des forêts par exemple, qui " couvrent la majeure partie du territoire de l'État du Congo " et présentent entre eux, malgré des apparences trompeuses (p. 57), de grandes similitudes d'aspect, de mœurs et d'usages, subdivisés d'après les bassins ou les régions naturelles qu'ils occupent.

M. Goffart ne pense-t-il pas que c'est compliquer inutilement les choses et que le système de classification le plus simple est toujours de mise, dès qu'il est scientifique ?

On ne considère pas les Négrilles et les Bosjemens comme des nains, mais comme des pygmées.

La géographie politique, où l'auteur étudie les rouages administratifs de l'État, débute par quelques considérations étrangères au travail de M. Goffart : classement, utilité, fondation et gouvernement des colonies (pp. 100-102). Peut-on dire que la monarchie (!) congolaise soit constitutionnelle, parce que les pouvoirs du souverain sont limités par l'acte général de la Conférence de Berlin (p. 103); et, d'autre part, est-il exact que la Convention du 12 mai 1894 relative à l'enclave de Lado ait été signée avec l' " Imperial British East African Company " ? La Grande-Bretagne et l'État du Congo sont seuls intervenus comme parties contractantes.

A notre sens, c'est la géographie économique (pp. 137-173) qui est la mieux traitée. Il y a là un ensemble de faits de réelle valeur.

Comme on le voit, nos critiques portent sur des points de détail ; elles n'enlèvent rien au mérite du travail de M. Goffart.

F. Van Ortroy.

XIII

MANUEL DE L'EXPLORATEUR. PROCÉDÉS DE LEVERS RAPIDES ET DE DÉTAIL, DÉTERMINATION ASTRONOMIQUE DES POSITIONS GÉOGRAPHIQUES par E. BLIM, Ingénieur en chef du service des Ponts et Chaussées en Cochinchine, et M. ROLLET DE L'ISLE, Ingénieur hydrographe de la Marine. Un vol. in-12° de VII-260 pages avec tableaux et 89 figures dans le texte. — Paris, Gauthier-Villars, 1899.

Il ne manque pas de traités sommaires, destinés à faciliter au débutant les levers de terrain et la détermination de la position astronomique des localités. Pour ne parler que des publications parues, il y a quelque temps déjà, en Belgique, citons les théories exposées par le colonel d'état-major Adan, dans le BULL. DE LA SOC. ROY. DE GÉOGR. DE BRUXELLES, et le travail du regretté capitaine commandant Delporte : *Astronomie et cartographie pratiques.*

Le travail de MM. Blim et Rollet de l'Isle (1) ne vient donc pas absolument combler une lacune ; mais il faut ajouter qu'il n'est pas dépourvu d'intérêt et de méthode, et qu'il n'exige de la part des explorateurs que quelques notions de géométrie et de trigonométrie.

Bien qu'il ne puisse s'agir d'une représentation rigoureusement exacte du terrain, encore faut-il, pour reporter sur la carte la route suivie, déterminer la direction et la longueur du chemin, les altitudes successives et la position et l'altitude des points les plus rapprochés.

Divers instruments peuvent fournir ces données; les auteurs en font la description et la théorie (pp. 5-42); ils insistent particulièrement sur l'obligation de centraliser dans un carnet toutes les constatations faites en cours de route; le soir, à l'arrivée à l'étape, l'explorateur ne doit plus que rédiger le lever de la journée, c'est-à-dire exécuter le dessin de la route suivie (p. 58).

Si l'explorateur est appelé à lever, avec détails, une position importante au point de vue militaire, minier, commercial, etc., (pp. 193-224), il devra déterminer, avec la plus grande précision

(1) Le premier de ces auteurs a rédigé les chapitres relatifs aux procédés de levers rapides et de détail (pp. 1-75; 193-257); le second s'est occupé de la détermination astronomique des positions géographiques (pp. 76-192).

possible, les positions des points principaux du terrain, puis les relier par des itinéraires très soignés; il devra donc, sur une base exactement mesurée, construire un canevas trigonométrique. La base se mesure au moyen de la chaîne d'arpenteur de 10 mètres ou du ruban d'acier, les angles des triangles au moyen du théodolite.

" Toutes les mesures exécutées dans le cours des levers ont été faites sur une surface sphérique, et comme cette surface n'est pas développable, les figures que l'on va tracer subiront plus ou moins de déformation suivant le système de report que l'on adoptera. „ MM. Blim et Rollet de l'Isle proposent les systèmes de développement dus à Mercator et à Flamsteed.

Une fois la projection ou canevas arrêté, il suffit de réduire les croquis à l'échelle de la carte, et de reporter sur celle-ci, au moyen du pantographe, et d'après certains signes conventionnels, les levers de détails. On aura soin toutefois de relier les formes du terrain ayant même cote au moyen de courbes de niveau (pp. 225-249).

Le lever de détail, dont il vient d'être question, comporte, avons-nous dit, la détermination, au moyen de méthodes astronomiques, de la position géographique de divers points du terrain, et notamment du point de départ. Le chapitre II (pp. 76-192) est consacré à cette étude. On nous donne d'abord diverses définitions (pp. 76-89) : latitude, longitude, ascension droite, déclinaison, temps sidéral, temps moyen,... distance zénithale; puis vient la description et l'usage des instruments indispensables aux observations des distances : montres (pp. 90-105) et théodolites (pp. 105-141); nous étudions enfin les méthodes simplifiées pour déterminer la position géographique d'un point à la surface de la terre (pp. 142-192).

En résumé, le *Manuel* de MM. Blim et Rollet est consciencieux et peut rendre des services.

F. Van Ortroy.

XIV

Ile de Ceylan : Croquis, mœurs et coutumes. *Lettres d'un missionnaire*, le R. P. J. B. Van der Aa, de la Compagnie de Jésus. Un vol. in-8° de xvi-271 pages avec une carte et 14 phototypies hors texte. — Louvain, F. Giele, 1899.

Voici un livre d'agréable lecture et sans nulle prétention. C'est une série de dix-sept lettres adressées par l'auteur à des amis de Belgique, et que l'un d'eux a eu l'heureuse idée de livrer à la publicité.

Sans doute la géographie ne trouve pas à s'enrichir ici de nombreuses données. Confiné dans son séminaire, à Kandy, le missionnaire n'a point fait de longues pérégrinations dans l'île, et n'a pas eu l'idée de nous doter d'itinéraires inédits. Mais à défaut de grands aperçus et de constatations scientifiques, quel ravissant récit, que de savoureuses impressions, quelle verve, quel esprit d'observation ! Tout cela n'est pas neuf, il est vrai, et dans les lettres mêmes, il se rencontre parfois des redites. Mais pourrait-on peindre avec de plus riches couleurs, de plus jolis tableaux ? Et puis, que d'intéressants détails répandus un peu partout sur la vie et le fonctionnement du séminaire, et sur l'esprit d'union et d'égalité qui anime des jeunes gens appartenant à des castes et à des races si différentes !

N'est-il pas délicieux au premier chef le récit de la dent de Bouddha, et ne sont-elles pas curieuses les considérations sur le bouddhisme et la description du monastère bouddhique ? Ces monastères pullulent à Ceylan, où l'on ne compte pas moins de onze mille bonzes.

Signalons encore les singularités des relations commerciales : les tracasseries de la douane anglaise pour les objets de piété catholiques importés ; les agissements des policiers et de la justice, et notamment : indifférence à poursuivre le voleur et l'homicide ; par contraste, protection outrée accordée aux animaux, et comme conséquence, le remplacement du chien de trait par l'homme ; enfin, sanction des lois sur le mariage en usage dans les différentes régions de l'île : Bouddhistes, Musulmans, Malais ; mais refus de connaître des lois sur le mariage inhérent au catholicisme !

Terminons enfin, car on ne peut tout citer, par les réflexions de l'auteur sur les hôtes les plus malfaisants de l'île : puces, sangsues, rats, serpents, aigles, éperviers, léopards,.. et maraudeurs humains !

En somme excellent livre, qui fait regretter que si peu d'explorateurs disposent d'une plume aussi finement taillée que celle de notre brave missionnaire.

F. Van Ortroy.

REVUE

DES RECUEILS PÉRIODIQUES

PHYSIQUE

RADIO-ACTIVITÉ ET CORPS RADIO-ACTIFS

On appelle *radio-activité* la propriété reconnue à certains corps, appelés *radio-actifs*, d'émettre en apparence spontanément une sorte de rayonnement complexe où l'observation découvre des rayons déviables — analogues aux rayons cathodiques — par un champ magnétique ou par un champ électrique, et des rayons non déviables, doués — comme les rayons X — à un degré plus ou moins marqué, du pouvoir de pénétrer les métaux et les corps opaques pour la lumière, etc. C'est un nouveau monde, où les physiciens se sont empressés de pénétrer et où ils ont rapidement recueilli un nombre considérable de faits inattendus et du plus haut intérêt.

C'est à l'exposé de ces recherches expérimentales que nous consacrerons la plus grande partie de ce bulletin. Quelques essais de groupement et d'interprétation y trouveront place; mais il n'y sera pas question de théorie : le moment n'est point venu de s'y essayer. Si la rubrique sous laquelle on range ces phénomènes et la terminologie qu'on emploie à les décrire semblent trancher la question de leur nature, le lecteur est prévenu de n'y voir qu'un prolongement du langage symbolique adopté dans l'exposé de faits analogues, et nullement un jugement porté sur la réalité.

Les corps radio-actifs. — Les premières recherches eurent lieu au lendemain de la découverte du professeur Röntgen. On se demanda si, en cherchant bien, on ne rencontrerait pas, en dehors des tubes de Crookes et sans l'intervention immédiate de l'électricité, des rayons identiques ou analogues aux rayons X, doués comme eux du pouvoir d'exciter la fluorescence et d'impressionner les plaques photographiques à travers les corps opaques.

Le 27 janvier 1896, M. G. Le Bon publiait ses expériences sur la " lumière noire " et la photographie au moyen des rayons émanés spontanément de certains métaux ou transmis par eux (1).

Presque en même temps, MM. Ch. Henry (2), Troost (3), Niewenglowski (4), E. H. Becquerel (5), découvraient et étudiaient l'action photographique de substances phosphorescentes, à travers le papier ou une lame d'aluminium. Les conditions de réussite, un peu indécises au début, se précisèrent peu à peu et on aboutit bientôt à cette découverte importante due à M. Becquerel : les composés uraniques, doués ou non de phosphorescence, sont radio-actifs, indépendamment de toute excitation lumineuse préalable (6). L'uranium métallique lui-même ne tarda pas à les rejoindre (7). L'étude des rayons uraniques, ou des rayons Becquerel, poursuivie avec une habileté consommée par M. et Mme Curie, fit découvrir les mêmes propriétés dans d'autres circonstances et dans de telles conditions qu'on se crut autorisé à allonger la liste des corps radio-actifs et même d'y introduire des éléments inconnus jusqu'ici. C'est ainsi qu'à côté de l'uranium, se groupèrent cinq nouveaux éléments: le *thorium*, que sa faible action range tout près de l'uranium ; le *polonium*, de puissance quatre cents fois supérieure : le *radium*, dont l'activité peut aller jusqu'à cinquante mille fois celle de l'uranium; enfin, l'*actinium*, récemment caractérisé par M. Debierne, et dont l'activité est comprise entre celle du polonium et celle du radium.

(1) Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, t. CXXII, 1896, pp. 188, 233, 388, 462, 522, 1054. — Revue scientifique *(revue rose)*, 5 mai 1900.

(2) Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, t. CXXII, 1896, p. 312.

(3) Ibid., pp. 564, 694.

(4) Ibid., p. 385.

(5) Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, t. CXXII, 1896, pp. 420, 501, 559.

(6) Ibid., t. CXXII, pp. 689, 762; t. CXXIII, p. 855.

(7) Ibid., t. CXXIII, p. 855.

L'existence, comme éléments distincts et nouveaux, de ces trois derniers corps n'est pas encore clairement démontrée. Le métal constitutif n'a pu encore être isolé, vu surtout la minime quantité de composé fortement actif qu'on peut se procurer (1).

Nous reviendrons sur chacun de ces corps, après avoir donné leurs propriétés communes et avoir décrit, avant tout, le procédé expérimental imaginé par M. et Mme Curie au cours de leurs recherches (2).

Procédé expérimental. — Il a pour but de mesurer l'activité radiante du corps par la conductibilité électrique qu'il donne au gaz dans lequel il est plongé. La substance radiante est placée sur un des plateaux d'un condensateur porté à un potentiel élevé. En regard et à une certaine distance, se trouve l'autre plateau, relié à un électromètre très sensible. On le met, au préalable, en communication avec le sol. Dès que celle-ci est rompue, l'aiguille de l'électromètre accuse une charge sur le plateau primitivement au potentiel du sol. Ce transport, puisque transport il y a eu, se fait par l'ionisation de l'air interposé. Reste à obtenir une évaluation absolue de l'électricité transportée ; dans ce but, on contrebalance l'influence du condensateur, par une action électrique en sens contraire, qui se prête à une mesure facile et rigoureuse. On a eu recours au quartz piézoélectrique. Ce cristal acquiert, comme on sait, une légère charge électrique, en rapport avec la tension qu'on lui fait subir. Il suffit de produire cette tension au moyen de poids marqués, de manière qu'il y ait, à chaque instant, compensation entre la quantité d'électricité qui traverse le condensateur et celle de signe contraire que fournit le quartz. On peut, dans ces conditions, mesurer en valeur absolue la quantité d'électricité qui traverse le condensateur pendant un temps donné, et par suite l'intensité du courant. Celle-ci est en relation avec la nature du gaz interposé. Dans l'air et avec des plateaux de 8 centimètres de diamètre, éloignés de 3 centimètres, on obtient, avec un sel d'uranium, des courants de 10^{-11} ampères. La différence de potentiel, en augmentant, fait croître le courant, mais seulement jusqu'à une valeur limite ; le sens de cette différence n'influe guère.

On décèle aussi l'action des substances radio-actives par la

(1) *Société française de Physique*, communications du 19 janvier 1900, no 142, et du 2 mars 1900, no 145.

(2) REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES, 30 janvier 1899.

photographie et les écrans phosphorescents : l'intensité de cette action se mesure de diverses manières, entre autres par l'épaisseur d'un écran donné que l'émission peut traverser.

Propriétés communes. — Les qualités communes (1) à toutes ces matières peuvent se réduire aux suivantes : ionisation des gaz et, par suite, conductibilité électrique imprimée au milieu traversé ; action sur la plaque sensible indépendamment de l'éclairement présent ou passé de la substance ; facilité de pénétration à travers la plupart des corps, accompagnée d'une absorption plus ou moins forte; émission en apparence spontanée, variable pour chaque corps actif considéré, mais proportionnelle à la quantité de métal radifère se trouvant dans la combinaison, et peu modifiée par l'état physique. Les deux premières propriétés n'appartiennent pas exclusivement aux corps radio-actifs; il en est qui déchargent les conducteurs électrisés sans être radiants (2) ; d'autres impressionnent des plaques photographiques dans l'obscurité, mais après une insolation préalable (3).

Les expériences suggèrent l'idée que la radio-activité est une propriété inhérente aux dernières particules de la matière, c'est-à-dire qu'elle serait due aux transformations moléculaires de l'élément considéré. Cette manière de voir repose sur ce fait que l'état physique d'un sel rayonnant n'a pas ou a très peu d'influence sur son pouvoir émissif, et que les différents composés chimiques eux-mêmes d'un même corps actif n'ont d'action différente que dans le rapport déterminé par la quantité de matière active qu'ils contiennent. Cette dernière conclusion ressort de l'examen des composés les plus actifs et de la manière dont s'obtient la radio-activité la plus forte (4).

Le sel radifère le plus puissant est le chlorure, de préférence bien sec, pour éviter l'admixtion de toute matière inerte. Pratiquement, on le prépare par cristallisation fractionnée. Quels que soient d'ailleurs le composé et son mode de préparation — précipitation ou cristallisation lente — on remarque une augmentation continue de puissance émissive après le passage de l'état de dissolution à l'état solide. Au bout de quelques semaines cette

(1) Mme Curie, Revue générale des Sciences, 30 janvier 1899.

(2) Becquerel, Comptes Rendus de l'Acad. des Sciences, t. CXXIX, 11 décembre 1899; t. CXXX, 30 avril 1900.

(3) G. Le Bon, Ibid., t. CXXVIII, p. 74.

(4) *Société française de Physique*, communications du 19 janvier 1900, n° 142.

activité semble généralement toucher à sa valeur extrême, mais même après un mois, elle peut ne pas encore avoir cessé de croître. Cette activité maxima équivaut parfois au quintuple et même au sextuple de l'activité primitive. En même temps, les cristaux changent de couleur et cette transformation marche de pair avec l'accroissement de radio-activité (1). Ce fait, déjà curieux en lui-même, prend plus d'intérêt si l'on remarque que pour rendre à un cristal son activité initiale, il suffit de le faire repasser par l'état de dissolution (2).

Venons-en maintenant aux propriétés particulières des corps radio-actifs, et traçons rapidement leur monographie.

Uranium. — L'*uranium* et ses sels, les premiers étudiés par ordre de date, n'ont qu'une action très faible sur les conducteurs chargés d'électricité, et leur puissance de pénétration à travers les corps opaques est médiocre ; aussi se prêtent-ils plus difficilement à des recherches quantitatives exactes. Néanmoins M. Rutherford croit pouvoir y distinguer un double rayonnement : l'un (α) plus intense et plus facilement absorbé, l'autre (β) plus faible et peu absorbable.

Depuis les premières découvertes, on a soulevé des doutes sur la réalité du phénomène de radio-activité dans l'uranium.

S'il est probable qu'une partie de son action est due à un autre agent, l'actinium peut-être, les expériences de M. Becquerel (3) semblent néanmoins lui conserver la propriété qui l'a rendu célèbre.

Ce qui a valu quelque renom à l'uranium, c'est, outre la nouveauté du phénomène radio-actif, la durée considérable de cette action latente (4). On a affirmé que les rayons qu'il émet sont polarisés et que, par suite, l'émission a un caractère lumineux dans le sens large du mot (5) : mais ce n'étaient que de fausses apparences : les travaux de MM. Le Bon (6), Ruther-

(1) Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, t. CXXIX, 20 nov. 1899.

(2) *Société française de Physique*, séance du 19 janvier 1900, n° 142. Cette propriété avait été signalée par M. Giesel (Wiedem. Ann., t. LXIX, p. 91) et retrouvée dans des études indépendantes par Mme Curie. Elle était connue pour l'uranium (Becquerel, Comptes Rendus, t. CXXII, p. 689).

(3) Comptes Rendus, t. CXXX, 11 juin 1900, p. 1584.

(4) Becquerel, Ibid., t. CXXIII, p. 855.

(5) Becquerel, Ibid., t. CXXII, p. 762.

(6) Revue Scientifique, mai 1897, p. 691 ; Ibid., janvier 1899, p. 108.

ford (1) et Becquerel (2) l'ont montré à toute évidence. La nature matérielle de ces rayons ne peut être établie davantage (sinon peut-être par analogie) : la radiation de l'uranium ne subirait pas la déviation magnétique (3). Toutefois des recherches récentes de M. Becquerel (4) contredisent cette assertion; les rayons uraniques seraient déviés, mais sans qu'on puisse affirmer jusqu'ici s'ils le sont en totalité ou en partie seulement.

Cette dernière expérience n'a pas réussi non plus avec le *thorium*, peut-être à cause de la faiblesse de la radiation.

Thorium. — Avec le *thorium* nous entrons dans le domaine plus spécialement exploré par M. Rutherford (5). Ses recherches semblent établir que l'émission thorique est une émanation matérielle : un courant d'air même faible dévie le rayonnement ; l'absorption croît en progression géométrique, quand l'épaisseur de l'écran en papier noir augmente en progression arithmétique: le phénomène cesse d'être net, quand le thorium n'est plus en couche mince. Ce n'est pas toutefois un bombardement cathodique: les particules projetées ne portent pas de charge électrique négative sensible ; à moins qu'il ne faille voir ici l'analogue des rayons cathodiques, signalés par J. J. Thomson, non déviables, par défaut de charge électrique. Ce rayonnement possède néanmoins la puissance photographique et ionisatrice, et la propriété de pénétrer les corps.

Polonium. — Au début de ses recherches sur la radioactivité, Mme Curie (6) montra d'une façon générale que cette propriété est l'apanage des composés qui renferment une des deux substances précédemment décrites. Un point cependant éveilla plus particulièrement son attention. Quelques substances se montraient plus actives que l'uranium métallique lui-même. L'auteur y soupçonna la présence d'un élément radifère nouveau et lui donna le nom de *polonium* (7).

Ce serait une substance voisine du bismuth, avec lequel elle est précipitée par l'hydrogène sulfuré d'une solution rendue for-

(1) Philosophical Magazine, 5e série, t. LXVII, janv. 1899, pp. 109-163.
(2) Comptes Rendus, t. CXXVIII, 1899, p. 772.
(3) Elster et Geitel, Wiedem. Ann., t. LXIX, p. 83.
(4) Comptes Rendus, t. CXXX, 11 juin 1900, p. 1583.
(5) Philos. Magaz., 5e série, t. XLIX, janv. 1900, p. 1.
(6) Comptes Rendus, t. CXXVI, p. 1101. — Smidt, Ibid., p. 1264.
(7) Comptes Rendus de l'Acad. des Sciences, t. CXXX, pp. 73 seqq.

tement acide par le gaz chlorhydrique ; elle n'est pas spontanément lumineuse ; sa force ionisante est d'environ quatre cents fois celle de l'uranium, et se dissipe lentement avec le temps. La portée de son action est relativement faible : elle ne dépasse pas une sphère de 4 centimètres de rayon, l'ionisation fût-elle très puissante. L'absorption par l'écran est rapide et varie suivant la distance à la source (1). M. Giesel (2) attribue en outre au polonium une autre radiation déviable par l'aimant. Mais comme ses expériences ont porté sur un composé nouvellement extrait, on peut admettre que, si ces rayons existent, ils se dissipent et disparaissent à bref délai (3).

Actinium. — En même temps que se poursuivaient les études sur le polonium, M. Debierne annonçait (4) la découverte d'un autre élément nouveau radio-actif, qui reçut le nom d'*actinium*. Le résultat de ses recherches publiées plus tard (5) établit que l'actinium est très voisin du thorium, comme le prouvent le spectre et les réactions chimiques. Aussi l'éminent chimiste émet-il l'avis que la radio-activité thorique ne serait due qu'à la présence de quelques parcelles *actiniennes*.

On répète avec l'*actinium* toutes les expériences que nous allons exposer à propos du *radium* : l'intensité seule est plus faible.

Radium. — Plus complexe encore que les composés précédents est le *radium*, découvert presqu'en même temps que le polonium (6). Il se rapproche du baryum, qui l'accompagne toujours ; néanmoins, comme son poids atomique diffère notablement de celui du baryum (146 au lieu de 137) (7), et qu'il a un spectre caractéristique, relevé par M. Demarçay (8), on doit le considérer comme un corps nouveau.

Son activité obscure peut aller jusqu'à cinquante mille fois celle de l'uranium ; ajoutez à cela une émission lumineuse spon-

(1) *Société française de Physique*, séance du 2 mars 1900, n° 145.
(2) Wied. Ann., t. LXIX, pp. 834-836.
(3) Comptes Rendus, t. CXXX, p. 76.
(4) Ibid., t. CXXIX, 16 oct. 1899.
(5) Ibid., t. CXXX, 2 avril 1900, p. 906.
(6) Ibid., t. CXXVII, 1898, p. 45. — Ibid., 1898, p. 1215.
(7) *Société française de Physique*, séance du 19 janvier 1900, n° 142.
(8) Comptes Rendus, t. CXXIX, 23 octobre 1899, p. 760.

tanée qui peut durer plusieurs mois, le sel étant maintenu dans l'obscurité la plus complète (1).

L'énergie qui se dégage a-t-elle bien exclusivement le caractère de la lumière ; est-elle homogène ?

Les premières expériences laissaient la réponse indécise. Elles avaient toutefois permis de constater une diversité d'action : on avait observé, en effet, que les radiations émises par les composés radifères ne répondent pas toujours à leur capacité d'ionisation. De plus, une feuille de papier noir, ou un écran quelconque, placée entre la source radiante et le récepteur, absorbait très différemment les rayons. Ces phénomènes avaient fait soupçonner une hétérogénéité dans la radiation. Mais on ne fut fixé que le jour où M. Becquerel étudia le radium dans un champ magnétique.

Dès que l'électro-aimant est excité, on remarque un double phénomène : une partie des rayons, comprenant les rayons lumineux, continuent leur trajet régulier ; une autre subit l'action du champ et est rejetée hors de sa route normale. Le rayonnement du radium est donc composé de deux parties bien distinctes (2).

Rayons non déviables. — La première comprend les rayons non déviables par l'aimant ; ils sont semblables à ceux du polonium préparé depuis un certain temps. Cette émission est limitée dans l'espace (3). La zone d'influence s'étend à quelques centimètres, quelle que soit l'activité spéciale du produit. Le faisceau non dévié est lui-même hétérogène : chaque composante a une portée et un coefficient d'absorption qui lui sont propres. En général, ce sont les rayons à trajectoire plus étendue qui sont le plus rapidement absorbés (4).

On se trouve donc en présence de propriétés à première vue contradictoires : d'une part, l'insensibilité à l'aimant suggère l'hypothèse d'ondulations éthérées, analogues aux rayons X ; d'autre part, la propagation et l'absorption semblent trahir une émission matérielle. Faut-il en conclure qu'on a affaire à un mélange confus de rayons cathodiques et de rayons X ?

(1) *Société française de Physique*, séance du 3 mars 1899.

(2) *Société française de Physique*, séance du 19 janvier 1900, n° 142. — Comptes Rendus, t. CXXIX, 20 novembre 1899.

(3) Ibid., t. CXXX, pp. 73 seqq..

(4) Ibid., p. 76.

M. Villard a émis cette opinion (1) quelques semaines après ses premières communications (2).

En étudiant (3) le radium en champ magnétique, il remarqua une double impression de la plaque : l'une due aux rayons déviés, l'autre produite par un agent se propageant en ligne droite : mais à la distance à laquelle il opérait, les rayons non déviables de M. et Mme Curie et de M. Becquerel, étaient absorbés ; tandis que les rayons rectilignes actuels agissaient encore à $0^{m},25$. Leur pouvoir de pénétration était fort grand : plusieurs couches de papier, le plomb sous $0^{mm},2$ étaient traversés ; un verre de 1^{cm} d'épaisseur les affaiblissait à peine (4) ; enfin à la sortie de l'écran, ces rayons ne subissaient pas la pseudo-réfraction cathodique (5)

M. Becquerel (6) ayant contesté les résultats, se basant sur l'intervention possible de la fente qui limitait la source, M. Villard a repris (7) ses investigations avec un dispositif plus précis.

Deux ou plusieurs plaques superposées reçoivent, dans un champ magnétique, sous incidence rasante, les rayons émanés d'une source rectiligne (fente dans une plaque de plomb cachant la source). La plaque la plus rapprochée de la source porte l'empreinte nette de deux faisceaux distincts : le premier dévié et étalé, le second non dévié, à bords tranchés, mais *d'intensité moindre*. La plaque suivante ne reçoit l'émission qui a déjà traversé la première que sous obliquité croissante. Dans ces conditions, le faisceau l'impressionne avec une intensité presque pareille, l'épaisseur du verre étant pourtant presque d'un centimètre. Quant au faisceau dévié, il est à peine perceptible avec une pose exagérée ; une troisième plaque ne serait pas impressionnée par lui (8).

L'habile physicien expliquerait donc comme suit la nature de l'émanation non déviable (9) : Les rayons non déviés, très absorbables, observés par M. et Mme Curie sont peut-être de la nature des rayons cathodiques non déviables dont l'existence a été signa-

(1) *Société française de Physique*, séance du 18 mai 1900, no 145.
(2) Comptes Rendus, t. CXXX, 9 avril 1900, p. 1011.
(3) Comptes Rendus, ibid.
(4) Comptes Rendus, t. CXXX, 30 avril 1900, p. 1178.
(5) Ibid., 9 avril 1900, p. 1101.
(6) Ibid., 30 avril 1900, p. 1154.
(7) Ibid., 30 avril 1900, p. 1178.
(8) *Soc. franç. de Phys.*, séance du 18 mai 1900, no 149.
(9) *Ibid.*

lée par M. J. J. Thomson. Il se rencontre sur ce point avec M. G. Le Bon (1). La luminosité radique pourrait leur être attribuée, à moins qu'on ne préférât y voir le résultat du bombardement cathodique sur le baryum non radifère auquel le corps actif est mêlé.

Les rayons non déviables plus pénétrants, à raison même de leur pénétration plus forte, seraient de vrais rayons X. M. Becquerel (2) ne contredirait pas à cette explication : ses expériences, dit-il, lui ont montré l'existence de *plages diffuses dues peut-être à des rayons secondaires*. Or, celles-ci correspondent à l'impression des rayons plus pénétrants de M. Villard, et ces rayons donnent des signes d'immatérialité, incompatibles avec la nature des rayons S (3) ; il ne reste plus, semble-t-il, qu'à y voir de vrais rayons X.

Les objections de M. Becquerel ont contribué à mettre en lumière un autre côté de la question : elles ont trait aux rayons déviables dont nous allons parler.

Rayons déviables. Déviation due au champ magnétique. — Cette déviation est fort compliquée : nous résumerons les données principales fournies par M. Becquerel (4).

Le *champ n'étant pas uniforme*, on constate, dans le sens des lignes de force, que la plage irradiée se rétrécit, se concentre et gagne en intensité. Normalement aux lignes de force la phosphorescence est nulle, si la source est placée au point le plus actif du champ ; si elle est située en dessous, le sens de l'aimantation sera prépondérant pour donner à la lueur un éclat plus ou moins vif qu'à l'ordinaire. En remplaçant le platino-cyanure de baryum par une plaque photographique, qui servira d'ailleurs de support au radium, on remarque que la " plaque est impressionnée sur une bande, allant d'un pôle à l'autre, et située à droite de la sub-

(1) Revue Scientifique, 5 mai 1900.

(2) Comptes Rendus, t. CXXX, 30 avril 1900, p. 1154. — *Société française de Phys.*, séance du 4 mai 1900, no 148.

(3) Des expériences récentes faites par M. Curie en collaboration avec M. Sagnac ont établi l'existence d'une charge électrique négative transportée par les rayons S. Ce sont donc de vrais rayons cathodiques. Les rayons X ne sont point chargés d'électricité (C. R., t. CXXX, 9 avril 1900, p. 1113). M. Dorn a d'ailleurs constaté la déviation magnétique des rayons S. Abhand. d. Naturf. Gesell. zu Halle. Band XXII, p. 40, 1900.

(4) *Société française de Physique*, séances du 15 décembre 1899, no 140 et du 16 février 1900, no 144, etc. — Comptes Rendus, t. CXXIX, 11 décembre 1899, etc.

stance pour un observateur placé debout et regardant le pôle négatif. Il y a sur cette bande un maximum très marqué à la hauteur de la substance active. On observe, en outre, une impression sur la plaque au point où était le corps actif „ (1). Si le point rayonnant occupe le centre du champ, le maximum d'intensité s'apercevra sur une surface de révolution renflée à l'équateur : ce phénomène explique la différence dans l'excitation d'un écran luminescent qu'on déplace dans ces parages. Si la source est placée à l'un des pôles, la bande paraît encore, mais avec l'intensité la plus forte aux deux pôles de l'aimant ; dans les positions intermédiaires, le maximum tend encore à se concentrer aux mêmes endroits. Il suit de là qu'un écran opaque, placé au milieu du champ, n'arrête pas les rayons ; il faut lui donner une position excentrique convenablement choisie.

MM. Stefan Meyer et E. R. von Schweidler avaient déjà fait la même expérience avec un écran fluorescent. Ils n'avaient signalé que le maximum trouvé au sommet du croissant que forment les rayons déviés ; mais, chose importante, ils avaient montré que le renforcement d'impression est dû à un rabattement opéré par le champ magnétique.

En champ uniforme, les rayons *parallèles* aux lignes de force ne sont pas déviés (2) ; on le constate en mettant à angle droit avec la plaque-support, une plaque photographique : celle-ci ne s'impressionne que sur une plage très rapprochée de l'émulsion horizontale, ou, pour plus de précision, placée sensiblement au point de rencontre de la plaque verticale et d'une droite passant par la source et parallèle au champ. Ce résultat avait déjà été signalé par MM. S. Meyer et von Schweidler. Plus le champ est intense et plus la distance à la source augmente, plus est grand l'angle que fait avec l'intersection des plaques la tangente à la courbe qui limite la plage verticale, en menant la tangente dans le sens du mouvement d'entraînement.

Normalement au champ, l'émanation décrit une trajectoire fermée qui la ramène au point de départ (3). La courbe décrite est un cercle tangent à la direction d'émission qu'aurait le rayon considéré, dans un champ nul. On le constate en ne permettant l'impression photographique des rayons déviés que *sous la plaque support;* ce qu'on réalise en plaçant l'émulsion

(1) Comptes Rendus, ibid.
(2) Journal de Physique, fév. 1900, p. 76.
(3) Ibid., avril 1900, p. 193.

sensible vers le bas. Le trajet que feront les rayons pour contourner le verre de la plaque, viendra se marquer sur une plaque normale à la première et placée de telle sorte qu'elle fasse avec elle un T couché. Les deux branches porteront une empreinte, qui est la section de la trajectoire. Ce fait explique le phénomène d'impression maximum. — Quand la direction du rayonnement est oblique et fait avec l'axe du champ un angle α, la trajectoire est une hélice de rayon $R\sin\alpha$, R étant le rayon du cercle qu'on obtiendrait perpendiculairement aux lignes de force. Son axe est parallèle à l'axe du champ. Le sens de l'enroulement est celui du mouvement des aiguilles d'une montre, quand la propagation et la direction concordent; autrement, on a l'enroulement inverse. L'impression *maximum* se répartit comme suit : une plaque horizontale s'impressionne suivant une ellipse dont le demi-axe perpendiculaire au champ est égal à 2R ; et le demi-axe, parallèle aux lignes de force, égale πR; une plaque verticale enregistre une courbe un peu plus compliquée.

L'écart moyen entre le chemin suivi et la route normale est de $7^{mm},41$ dans le plan de la source, pour un champ magnétique de 4000 unités C. G. S. Il est le même dans le vide et dans l'air (1).

Déviation due au champ électrostatique (2). — La *déviation électrostatique* a été essayée aussi et avec succès.

Entre deux plateaux de cuivre verticaux de 3,45 centimètres de hauteur et distants de 1 centimètre on place le radium, soit dans une rainure de 1 millimètre de largeur, creusée dans une lame de plomb, soit en l'étalant sur la plaque mais en le recouvrant d'une lame de plomb munie d'une fente étroite. Au-dessus de ce dispositif, on place, à 1 centimètre de l'arête supérieure des plateaux, une plaque photographique enveloppée de papier noir. On provoque entre les plateaux, en les portant à des différences de potentiel fixes, un champ électrique intense.

Le faisceau radique est repoussé par le plateau négatif.

Pour mesurer cette déviation on installe sur la fente qui sert de source, parallèlement aux plateaux électrisés, une feuille d'aluminium; elle dépasse le champ vers le haut et rencontre la plaque photographique à angle droit. La partie du faisceau dévié

(1) Comptes Rendus, t. CXXX. 29 janvier 1900, p. 206. — Journal de Phys., t. IX, avril 1900, p. 190.

(2) Ibid., 26 mars 1900, p. 809.

qu'arrête la lame, laisse sur la plaque photographique une ombre qui indique par sa position même le sens et l'amplitude de l'écart. Malheureusement cette ombre est diffuse, la dispersion augmente en effet beaucoup le *flou* que donne déjà la largeur de la source.

Ces expériences rendaient probable la nature cathodique des rayons déviés.

Les rayons déviables sont des rayons cathodiques. — Cette probabilité fut changée en certitude, le jour où M. Curie établit que les rayons déviables sont chargés d'électricité négative (1). La constatation de ce fait était difficile : le faisceau radique électrolysant le gaz et le rendant conducteur, ne permettait pas à l'électromètre d'accuser une charge, à moins qu'elle ne fût très forte. On se mit à l'abri de l'air par le dispositif suivant. Dans une cage métallique, sans fissure, reliée au sol, on noie dans un diélectrique solide, ébonite ou paraffine, une lame métallique aussi et en communication avec l'électromètre. Contre les parois de la cage, amincie à cet endroit, on applique une auge en plomb dans laquelle est étalé le baryum radifère. Les rayons non déviables sont absorbés dès la première enceinte; les autres produisent un dégagement constant et continu d'électricité négative, accusée par l'électromètre. L'instrument est d'ailleurs ramené au zéro par un quartz piéroélectrique. Le courant créé est de l'ordre de 10^{-11} ampère pour une couche de $2^{cq},5$ et $0^{cm},2$ d'épaisseur, et pour des rayons qui avant d'être absorbés ont traversé une paroi d'aluminium de $0^{mm},01$ et $0^{mm},3$ d'ébonite.

L'expérience inverse a été tout aussi concluante. En noyant l'auge de plomb dans l'ébonite, le rayonnement négatif traverse le diélectrique emportant l'électricité de même nom ; le récipient prend une charge positive égale en valeur absolue à celle de la première expérience.

Le radium émet donc des rayons cathodiques. Néanmoins une objection peut se présenter : l'émission de particules infinitésimales rayonnantes doit amener une diminution du poids du corps. Cette perte, en effet, doit se présenter; mais elle peut être tellement minime qu'elle échappe à nos investigations ; les rayonnements les plus forts exigeraient pour enlever un milligramme de matière, une action continuée pendant un million d'années.

Dans toutes ces expériences, l'émission radique déviable ne se

(1) Comptes Rendus, t. CXXX, p. 647.

manifeste nullement comme étant homogène (1). L'action du champ disperse les rayons, au lieu de les courber comme elle ferait d'un faisceau uniforme. On a donc affaire à un faisceau composé donnant naissance à une sorte de spectre d'émission. Ce spectre paraît continu. On peut distinguer chacune des radiations composantes par leurs trajectoires classées suivant la déviation qui leur est imprimée, et caractériser ces trajectoires par leur rayon de courbure dans un champ magnétique uniforme déterminé.

L'*absorption* par les écrans pourrait aussi servir à la classification de ces radiations. Il est, en effet, prouvé que l'absorption varie en raison inverse de la distance à la source: or ce fait ne semble pouvoir être attribué qu'à la rencontre de l'écran, quand il est plus éloigné de la source, par des rayons différents de ceux qui le frappaient quand il était plus rapproché; on doit, en effet, exclure l'hypothèse d'une diminution de vitesse des rayons avec la distance, puisque les rayons de courbure de leurs trajectoires sont constants (2).

D'une manière générale les rayons les plus déviés, c'est-à-dire ceux dont les trajectoires ont le rayon de courbure le plus petit, sont le plus rapidement absorbés. Chaque écran a d'ailleurs une bande d'extinction qui lui est propre; le coefficient spécial qui lui revient est de l'ordre de grandeur de celui qu'il possède pour les rayons cathodiques. M. Strutt a étudié ce parallélisme et est arrivé aux mêmes résultats (3).

La sortie de l'écran était encore chose obscure. M. Becquerel (4) avait cru remarquer que la partie transmise, bien qu'un peu diffuse, était dans le prolongement exact de la radiation incidente. De plus, même après ce passage, la déviation était possible et dans la même direction qu'avant la pénétration.

Ces faits furent contestés pour les seuls rayons cathodiques déviables par M. Villard (5) qui conclut à une pseudo-réfraction du faisceau incident; au point frappé et à la sortie de la couche formant écran, le faisceau incident provoque une émission secondaire, et tout se passe comme si le pinceau avait été brisé à l'intérieur de la plaque.

(1) Revue générale des Sciences, 15 février 1900, p. 110. — Journal de Physique, avril 1900, p. 197.
(2) Comptes Rendus, t. CXXX, 9 avril 1900, p. 979.
(3) Nature, 5 avril 1900, p. 510.
(4) Comptes Rendus, t. CXXX, p. 979.
(5) Ibid., p. 1010; voir aussi p. 1154.

Plus tard (1), M. Villard a expliqué le désaccord entre les résultats de M. Becquerel et les siens : il tiendrait uniquement à la différence d'épaisseur des écrans employés. Pour obtenir nettement le phénomène de réfraction simulée, avec l'aluminium, il faudrait donner à cet écran une épaisseur d'au moins 2 ou 3 dixièmes de millimètre.

Conclusions. — Tel est, dans ses grandes lignes, le bilan de nos connaissances actuelles relatives aux corps radiants. Le travail dépensé à les recueillir est largement payé par l'intérêt qu'elles présentent ; mais il ne fournit point de renseignements suffisants pour permettre une synthèse sérieuse. Quelle est, dans cet ensemble de phénomènes variés et très complexes, la part qui revient aux rayons déviables et aux rayons non déviables ? Quelles relations rattachent ces rayons entre eux ? Que sont ces rayons, d'où naissent-ils et quelles transformations d'énergie payent leur entretien ?

Sur tous ces points, ou à peu près, nous en sommes réduits à des conjectures plus ou moins plausibles et, en tous cas, très incomplètes.

M. Le Bon en a présenté une, qu'il a même élargie au delà des phénomènes radiques (2). Tous les corps émettraient des rayons de nature cathodique ; tous seraient dès lors radio-actifs, ceux que l'on décore de ce nom, posséderaient simplement cette propriété commune à un degré plus intense que les autres, et se prêteraient mieux à une étude approfondie du phénomène. S'il en était ainsi, l'existence, *comme corps distincts*, du polonium, du radium et de l'actinium, deviendrait très problématique, puisque la radio-activité sur laquelle on se base surtout pour l'affirmer, cesserait d'être une propriété spécifique.

Supposons que tous les corps, ou au moins quelques-uns d'entre eux, émettent des rayons cathodiques ; il serait peut-être possible de rattacher à ce rayonnement, comme à leur cause immédiate, les rayons non déviables.

Pour le radium en particulier, si l'on admet avec M. Villard que les rayons qu'il émet sont très apparentés aux rayons X, on pourrait y voir l'effet de l'émission cathodique sur le baryum inerte, ou moins actif, auquel la matière radique est mêlée (3).

(1) *Société de Physique*, séance du 18 mai 1900, n° 149.
(2) G. Le Bon, Revue Scientifique, 5 mai 1900.
(3) Comptes Rendus, t. CXXX, 19 mars 1900, p. 777.

Resterait à connaître la cause intime de ces phénomènes multiples. Pour M. Le Bon (1) la *radio-luminescence* serait le résultat d'une réaction chimique. Le fait se produit pour le sulfate de quinine par hydratation de la substance ; peut-être suffit-il que les impuretés du produit donnent naissance à une série d'états d'équilibre instables dont la destruction et l'établissement se trahiraient ainsi (2).

Peut-être aussi les substances spéciales étudiées sont-elles capables d'être excitées par des rayons infra-rouges, alors que les autres exigent les rayons lumineux ou ultra-violets (3).

Sans nous étendre plus longuement sur ces conjectures ingénieuses, revenons aux propriétés des corps radio-actifs, et cherchons à les rattacher à l'un ou l'autre mode de leur rayonnement.

Sauf l'action photographique commune aux deux modes d'émission, on doit selon toute apparence attribuer aux radiations non déviées, certaines actions qui leur sont communes avec les rayons X. Telles sont (4) la réduction du peroxyde de fer et celle du bichromate de potassium en présence des matières organiques. La coloration en noir-violet du verre exposé à la radiation a été expliquée par M. le Châtelier de la manière suivante (5) : elle proviendrait non pas tant de l'influence directe des rayons du radium, ou des rayons Roentgen, que d'une action de présence de ces radiations photochimiques qui facilitent les réactions tendant à se produire d'elles-mêmes. Dans le cas actuel, c'est l'état d'équilibre vers lequel tend le sel manganeux en présence du sel ferrique dans le verre. L'état solide du verre s'oppose ou du moins retarde notablement son changement en sel manganique violet ; mais, comme les rayons X, le radium facilite la transformation.

Les autres propriétés semblent provenir plutôt de la partie déviable ou cathodique du faisceau. Quelques milligrammes de radium ozonisent l'air du flacon dans lequel la substance est renfermée. La modification est rapide : dix minutes suffisent pour une ozonisation très prononcée. Ce phénomène est en général, et spécialement dans ce cas, attribué par M. Villard au rayonnement cathodique (6). Le résultat est d'autant plus admissible que

(1) Le Bon, Ibid., 2 avril 1900, p. 899.
(2) Revue Scientifique, ibid.
(3) Revue Scientifique, ibid.
(4) *Société française de Physique*, séance du 19 janvier 1900, n° 142.
(5) *Ibid.*, 15 décembre 1899, n° 140.
(6) Comptes Rendus, t. CXXX, 15 janvier 1900, p. 125.

l'ozonisation marche parallèlement à la capacité de décharge électrique des rayons. Ainsi le chlorure de baryum radifère ozonise plus que le carbonate qui est plus lumineux, mais en revanche plus inerte au point de vue de l'ionisation des gaz.

Un second phénomène que l'on peut aussi attribuer surtout aux rayons déviables, c'est la *luminescence* (1). Le radium est capable d'exciter les corps qui réagissent lumineusement sous l'influence d'autres agents excitateurs ; il illumine le sulfate d'uranyle et de potassium, le sulfure, le platino-cyanure de baryum, etc. Les singularités mêmes de cette action accréditent l'idée de l'origine balistique du phénomène : beaucoup de substances qui, pour être rendues fluorescentes, exigent l'exposition à la lumière, se montrent rebelles au radium ; celles qui s'illuminent, sous l'influence des rayons Roentgen, brillent aussi au contact des rayons radiques; enfin celles qui ne s'excitaient jadis que sous le choc des rayons cathodiques, comme le diamant, se montrent sensibles aux rayons radiques et projettent une vive lueur. L'intensité de la fluorescence est fonction de la densité de la couche de radium (2).

Outre l'excitation de cette luminescence proprement dite, le radium communique aux corps une autre propriété en tout semblable à la sienne pour l'aspect extérieur; en d'autres termes, il agit sur les substances inactives, en leur communiquant un pouvoir radio-actif pour un temps plus ou moins long et se manifestant par son action ionisatrice.

On attribue cette capacité induite d'ionisation à une incrustation, dans le corps soumis à l'expérience, de particules matérielles projetées par le radium et qui forment ses rayons déviables. Cette explication est d'autant plus plausible que les corps radiants par contagion, perdent cette propriété par la chauffe ou le lavage. Le premier traitement aurait pour effet de volatiliser les corpuscules actifs extrêmement ténus ; le second de les dissoudre, car le radium est fort soluble dans l'eau, et la solution devient à son tour radio-active. Pour expliquer la disparition graduelle de la radio-activité induite, il suffit d'admettre que les plus petites particules, localisées près de la surface, s'évaporent en quelque sorte, les premières ; celles qui les surpassent par la

(1) Ibid., t. CXXIX, 20 novembre 1899 ; *Société française de Physique*, séance du 19 janvier 1900, n° 142.

(2) Journal de Physique, fév. 1900, p. 65.

masse et, par suite, par la pénétration rayonnent encore quelque temps et ne disparaissent que très peu à la fois.

On le voit, la synthèse des propriétés que l'étude des corps radio-actifs a fait découvrir est loin d'être complète. Des faits nouveaux peuvent surgir qui donnent tort à quelques-unes des conjectures que nous avons signalées et ouvrent d'autres perspectives sur ce champ d'exploration dont la fécondité n'est pas épuisée.

J. B. S. J.

ENTOMOLOGIE

Le parasitisme chez les insectes (1). — La parasitologie entomologique est une science dont on possède seulement quelques éléments épars.

Le parasitisme de plusieurs espèces de *Gordins*, de *Mermis* et de *Pelodera* a déjà fait l'objet de curieuses recherches; mais il existe d'autres formes encore pouvant se rencontrer dans les cavités splanchniques des Arthropodes. C'est ainsi que M. Léger vient d'indiquer, dans un mémoire très soigné, une série de Grégarines observées par lui chez les insectes de l'ordre des diptères. Les larves de *Tipula*, *Pachyrina*, *Ctenophora*, *Limnobia*, *Bibio* et *Sciara* peuvent être parasitées par des Grégarines qui semblent ne pas se trouver chez les diptères Brachycères. A l'état parfait, ce n'est que sous la forme végétative, ou de sporadin, que ces minuscules infusoires de l'ordre des Apodes vivent chez les *Orthorapha*. Vers la période nymphale des insectes, les Grégarines, arrivées dans la cavité générale du corps de ces articulés, y produisent des kystes cœlomiques comme cela se voit chez les *Tipula* et les *Limnobia*. Ces protozoaires peuvent également s'enkyster sur place et devenir des sporocystes quand l'imago prend son vol; ou bien, et ce cas est le plus fréquent, ces êtres quittent définitivement leur hôte au moment de la dernière métamorphose. Les diptères *Orthorapha* hébergent des

(1) *Sur les Grégarines des diptères et description d'une espèce nouvelle de l'intestin des larves de Tanypes*, par L. Léger. ANN. SOC. ENT. DE FRANCE, t. LXVIII, fasc. III, pp. 526-533. Paris, 1899.

Grégarines Clepsidrinides et des Actinocéphalides. Il est curieux de constater qu'une larve de Tipule peut nourrir à la fois des *Gregarina* Duf. et des *Hirmocystis* Labbé, tandis que chez celle de *Limnobia* M. Léger a seulement pu découvrir des *Hirmocystis*. L'auteur signale que c'est chez les *Sciara* et les *Bibio* qu'on peut étudier les formes d'infusoires Apodes les plus différenciées. Les Grégarines se divisent en Monocystidées, Dicystidées, Tricystidées et Polycystidées. Les *Gregarina* et *Hirmocystis* parasitent les insectes phytophages; les *Actinocephalus*, très abondants chez les Coléoptères, fixent leur habitat dans les larves des carnassiers. Les Tricystidées s'observent chez les divers ordres d'insectes; mais les Dicystidées se cantonnent particulièrement dans les larves de *Bibio*, *Sciara*, *Tanypus* et *Chironomus*. Parmi les Dicystidées faisant exception à la règle générale que nous venons d'indiquer, il suffit de citer les *Schneideria* des Campodes et le *Rhopalonia geophili* Léger, trouvé chez le *Stigmatogaster gracilis* de l'ordre des Myriapodes et du sous-ordre des Chilopodes. On peut aussi constater la présence de Dicystidées dans le tube digestif des annélides. L'auteur décrit, en détail, une curieuse Grégarine qu'il nomme *Stylocystis præcox*. Cet infusoire Apode habite l'intestin moyen des larves de *Tanypus* et se fixe à l'épithélium de cet organe à l'aide d'un appareil tout spécial. Sur les coupes histologiques, on remarque toujours que ces protozoaires se logent entre la couche épithéliale et la membrane péritrophique de l'intestin, pour ne pas se trouver en contact direct avec les matières nutritives. Cette observation confirme celles de Guénot, qui a remarqué les mêmes phénomènes biologiques chez la *Gregarina ovata* des forficules. Ces quelques renseignements, encore très imparfaits, laissent entrevoir que l'étude minutieuse des infusoires Apodes permettra, par la suite, de mieux saisir l'importance des recherches de pathologie comparée chez les vertébrés et les invertébrés.

Pour finir, M. Léger reproduit l'intéressant tableau des Grégarines parasites des diptères de Labbé, et fait remarquer qu'il est actuellement impossible de formuler des conclusions relatives à la phylogénie des Dicystidées et des Tricystidées.

Structure et développement post-embryonnaire de l'ovaire des insectes (1). — Les gonades, ou cellules sexuelles

(1) *Recherches sur la structure et le développement post-embryonnaire de l'ovaire des insectes. 1. Culex pipiens.* par A. Lécaillon. Bull. de la Soc. Ent. de France, no 4, pp. 96-100. Paris, 1900.

des insectes, paraissent toujours être de nature ectodermique et se distinguent immédiatement des cellules somatiques. Ces gonades, en se réunissant, forment deux masses recouvertes chacune d'une membrane de cellules mésodermiques aplaties constituant les parties embryonnaires de l'appareil génital.

L'auteur étudie, en détail, les gonades de *Culex pipiens* Linné en laissant de côté les conduits vecteurs et les autres parties de l'organe sexuel. Les anciens observateurs pensaient que les ovaires des articulés étaient formés d'un nombre variable de " gaines ovariques „ renfermant des œufs à divers stades de développement et possédant souvent des cellules vitellogènes. Les nouvelles recherches de M. Lécaillon montrent que cette loi générale offre de nombreuses exceptions. C'est ainsi que, fréquemment, chez des espèces de plusieurs ordres et quelques types inférieurs, les œufs se trouvent dans une poche pouvant être considérée comme une sorte d'oothèque. Il est curieux de rencontrer cette forme morphologique initiale dans les types primitifs et les espèces très élevées en organisation. M. Lécaillon, qui est enclin à croire qu'à l'origine les organes génitaux doivent avoir eu une structure uniforme, émet l'hypothèse que ce n'est qu'à la suite d'une série d'adaptations que les ovaires se sont transformés chez plusieurs espèces. Afin d'éclaircir quelques points de l'histoire embryogénique des articulés, l'auteur a examiné l'ovaire à son stade primitif et à sa maturité et a remarqué les profondes modifications qui affectent cet organe. A l'état de maturité les deux ovaires, composés chacun d'une série d'œufs disposés en files, occupent presque entièrement la cavité abdominale. Chaque ovaire, enveloppé d'une membrane très délicate, a la forme d'un cigare dont " le gros bout serait surmonté d'un col court et évasé „. Une des extrémités de l'œuf du *Culex pipiens* L. adhère à la paroi ovarienne, tandis que l'autre est dirigée vers le centre de l'appareil sexuel.

Comme chez les autres articulés, l'œuf est formé de protoplasma et de globules deutoplasmiques et possède une enveloppe vitelline " bien différenciée „, avec le chorion " à structure assez simple „.

Chez les larves les organes génitaux sont représentés par deux minuscules mamelons cellulaires au sixième segment de l'abdomen. Chacun de ces mamelons est formé de cellules polyédriques. Les gonades sont entourées d'une membrane à cellules très aplaties, renflées seulement au niveau des noyaux, et de laquelle émergent deux filaments grêles partant des deux

extrémités de l'organe génital. Sur les coupes histologiques, on constate que les deux " massifs sexuels „ sont placés de chaque côté du tube digestif. Pendant la période nymphale le développement de l'ovaire devient très intense et, tout en conservant sa forme de sac ovoïde, les cellules de cet organe prolifient et s'adaptent à diverses fonctions. Dans l'axe de la masse ovarienne, il y a " une colonne creuse „, constituée uniquement par des cellules à noyau arrondi, de laquelle sortent des pédoncles à cellules identiques à celles de la colonne. Au point où chaque pédoncle s'anastomose avec la colonne, on voit un fort renflement de cellules aplaties et de grosses cellules internes. Les nombreuses trachées se trouvent entre les renflements ovoïdes et les pédoncles. L'ovaire primitif s'observe autour de tous les organes précédemment cités. Son développement se continue jusqu'au moment de la ponte de l'insecte. Une des cellules des renflements ovoïdes s'entoure d'un *vitellus* et devient un œuf accumulant dans son intérieur des substances deutolécithiques. Les grosses cellules de l'œuf disparaissent peu de temps avant sa maturité. Son chorion est sécrété plus tard par les cellules vitellogènes. Après plusieurs métamorphoses, il ne reste dans les ovaires que des œufs mûrs et prêts à être éliminés. Telles sont, en résumé, les diverses phases de l'évolution embryogénique ovarienne du *Culex pipiens*. L'étude de l'ovaire de cette espèce nous montre une nouvelle adaptation de la division du travail produisant, d'un côté, chez cet *Orthorapha* des cellules à rôle accessoire et, de l'autre, des gonades propres à régénérer l'espèce.

Un organe singulier de Poecilocerus socotranus Burr (1). — Parmi les *Acridiidae Pyrgomorphinae* de Sokotra (Afrique orientale), M. Burr a remarqué la présence d'un corps singulier se trouvant sur le deuxième segment dorsal abdominal de *Poecilocerus socotranus*, et qu'il considérait comme pouvant être une anomalie, ou même un champignon. L'examen de quelques spécimens de cette espèce a permis à M. Krauss de constater d'abord que ce véritable organe n'a jamais été remarqué chez cet orthoptère, et d'indiquer ensuite qu'on ignore entièrement quelle est sa fonction. Au delà du milieu postérieur du premier tergite de l'abdomen, il y a une papille conique, brillante et parfaitement sem-

(1) *Ueber ein eigenthümliches Organ bei der Feldheuschrecke Poecilocerus socotranus*, von H. A. Krauss. Zool. Anzeiger, N° 610. Leipzig. 1900, pp. 155-157.

blable chez les deux êtres où elle a été observée. Sa longueur est d'environ 1 millimètre, le bord antérieur de la base et les côtés sont échancrés. Le " Knopf " est incliné, sans incision directe au tergite avec le bord postérieur pourvu d'un faible sillon transversal de $1^{mm},5$. La membrane chitineuse de la papille est lisse, luisante et peu résistante. Les élytres étant placés suivant l'axe du corps, il est curieux d'observer que la bizarre saillie, enchâssée dans une sorte de fenêtre ovoïde, reste toujours entièrement découverte par les organes du vol. Les femelles de cette espèce étant seules connues, on ignore si cette protubérance existe aussi chez les mâles. L'étude complète de cet organe ne pourra se faire que sur des *Poecilocerus* fraîchement récoltés. M. Krauss se demande si la papille de ces sombres orthoptères ne serait pas un appareil photogène voisin de celui des *Pyrophorus* tropicaux. En se basant sur les belles recherches de Graber, on peut aussi supposer que cette papille est un organe auditif, cet organe pouvant occuper des positions si variables chez les *Locustidae* et les *Acridiidae*.

Avant l'examen morphologique d'individus vivants et l'étude de nombreuses coupes histologiques, on ne pourra clairement entrevoir le véritable rôle anatomique, physiologique ou biologique de cette singulière protubérance.

La faune des cavernes de la Moravie (1). — Les animaux cavernicoles peuvent quelquefois nous donner de précieux éclaircissements pour l'étude phylogénique des espèces vivantes et fossiles. Les cavernes du calcaire dévonien de la Moravie paraissent être très riches en espèces de Thysanoures distinctes de celles des régions boréales. D'après M. Absolon, il n'existe pas de véritable affiliation entre les types aériens et souterrains et, pour lui, *Anurophus gracilis* Müller, *Dicyrtoma pygmaea* Wankel, et d'autres formes sont exclusivement cavernicoles. Il est probable que de grands rapprochements ont eu lieu entre ces deux catégories d'êtres à une époque très éloignée.

En observant à la lumière du jour plusieurs Troglobiens des genres *Dicyrtoma*, *Heteromurus*, *Tritomurus*, *Scyphius* et *Gamasus*, l'auteur a constaté que ces Thysanoures et Acariens meurent après quelques minutes d'exposition à la lumière du jour, tandis

(1) *Einige Bemerkungen über die mährische Höhlenfauna* von Karl Absolon. Zool. Anzeiger, Nr 605, pp. 1-6; Nr 607, pp. 57-60; Nr 612, pp. 189-195.

que les *Isotoma* et les *Macrotoma* ne sont nullement impressionnés par un séjour à l'air libre. Comme l'a fait remarquer M. Packard, pour les espèces de l'Amérique du Nord, il est probable que le nerf optique de ces animaux s'est totalement atrophié. L'étude comparée de leurs divers pigments, dus vraisemblablement à des influences spéciales à chaque caverne, nous montre que les formes de Nicová-Skála sont fortement pigmentées,alors que celles de Sosuvker et Katharinenhöhle sont ordinairement exemptes de coloration. Le corps des individus de ces deux dernières cavernes est parfois si transparent qu'il est possible de voir leur système nerveux. comme c'est le cas pour certains groupes de la faune tropicale. Dans plusieurs cavernes, séparées l'une de l'autre par des mers, des fleuves et des montagnes, on peut observer les mêmes espèces de Troglobiens.

L'hypothèse de soi-disant phénomènes de migration ayant pu se montrer aux périodes d'inondation doit être rejetée; car celles-ci, comme on sait, n'exercent qu'une influence passive sur les animaux pouvant arriver accidentellement dans les cavernes. En s'adaptant à de nouveaux milieux, plusieurs espèces sont devenues insensiblement cavernicoles. D'après M. Absolon, le célèbre souterrain de Sosuvker n'avait, avant l'époque de sa découverte, en 1890, aucune communication avec le monde extérieur. Cependant, dès les premières recherches, on y a rencontré des espèces de Troglobiens déjà signalées antérieurement par Wankel dans d'autres cavernes. La faune souterraine s'est constituée et se constitue probablement encore de nos jours par suite de circonstances toutes particulières. Afin de se soustraire à la chaleur ou au froid, ou aussi pour vivre en parasites,plusieurs invertébrés ont fixé leur habitat dans les endroits perpétuellement obscurs.

En Moravie, les 4/5 des espèces cavernicoles appartiennent aux ordres des Thysanoures et des Acariens. Dans ce pays, la faune aérienne de ces arthropodes, à en juger d'après les observations de M. Uzel, déjà très riche en espèces, est encore mieux représentée dans les cavernes.

Beaucoup d'invertébrés troglobiens sont anthropophages; quelques-uns se nourrissent d'excrétions de Cheiroptères et d'autres, comme les Collemboles, prennent les matières organiques charriées par les eaux ruisselant sur les stalagmites. M. Absolon signale aussi la présence de diptères *Chironomidae* dans les cavernes, mais il croit que ces mouches y sont arrivées accidentellement.

On ignore quand s'est produite la transformation de plusieurs espèces aériennes en formes devenues exclusivement cavernicoles, mais on est enclin à croire qu'elle a eu lieu à l'époque diluvienne. La grotte Sosuvker communiquait primitivement avec celle de Slouper par un couloir qui, d'après les fouilles récentes, a été comblé lors du dépôt des couches du diluvium.

Après une étude minutieuse des animaux troglobiens de la Moravie, l'auteur montre que ces êtres sont fréquemment mieux organisés que les types aériens et que ce sont principalement les organes visuels qui plaident le plus en faveur de leur habitat uniquement cavernicole.

La thèse émise par M. Absolon, combattue en partie par M. Verhoeff, ne pourra être sérieusement contrôlée que quand on aura dressé la liste complète des invertébrés des souterrains européens et américains. D'ici là, toute conclusion générale serait prématurée et pourrait ne pas être confirmée par les données positives qui nous viendront de recherches ultérieures.

FERNAND MEUNIER,
Assistant au Service géologique de Belgique.

GÉOGRAPHIE

Exploration de l'Amazone (Brésil-Pérou) (1). — En avril 1899, le commandant Todd, de la marine des États-Unis, reçut de l'amirauté l'ordre de remonter le fleuve des Amazones, avec le navire de guerre *Wilmington*, et de pousser son exploration jusqu'au point où le cours d'eau cesse d'être navigable. On est parvenu jusque Iquitos (Pérou), situé à 2100 milles environ des rivages de l'Atlantique, et à 400 milles seulement de l'Océan Pacifique. Il semble même que le *Wilmington* aurait encore pu marcher 300 milles, si ses soutes avaient reçu un plus grand chargement de charbon. Le progrès est considérable, car, pour tous les marins, Manaos, situé à 1100 milles du Pacifique, au confluent du rio Negro et du fleuve des Amazones, était le point extrême de la navigation à vapeur sur cette dernière

(1) DEUTSCHE RUNDSCHAU FÜR GEOGR. UND STATISTIK. Wien, 1899, p. 76.

artère fluviale; c'est même à cette supposition que Manaos a dû sa prospérité (40 000 h.).

Le voyage du commandant Todd est des plus important au point de vue commercial. Bien que le fleuve n'ait pas un courant trop impétueux (la vitesse n'est guère que de trois nœuds à l'heure), sa navigation exige de la prudence : les passes changent souvent, sans que ces modifications du lit figurent toujours sur les cartes.

Voyage d'hiver en Patagonie (1). — Pendant le séjour forcé de la *Belgica* dans les eaux du détroit de Magellan, M. le commandant de Gerlache organisa, à frais communs avec son second, M. G. Lecointe, une mission d'exploration de la partie de la Patagonie, située par 50° lat. S. environ. M. Lecointe fut chargé de faire le voyage et d'établir, le long du chemin, une série de stations magnétiques.

En compagnie de deux Français habitant le pays, M. Francisque Poivre et M. l'ingénieur Gex, il commença, le 12 juin 1899, la remonte du rio Santa Cruz, dont le régime ne semble pas encore avoir été très correctement étudié par les fonctionnaires du Gouvernement argentin. Dans les 250 kilomètres qui se trouvent immédiatement en amont de l'embouchure, le Santa Cruz fait de nombreux détours, et est encombré de bancs, sur lesquels les canots mêmes échouent; le courant est assez violent, et par endroits la berge est à pic et bordée de cailloux.

Le 5 juillet, la caravane arriva au lac *Argentin*. Après avoir traversé le 7 juillet le rio *Leona*, dont le courant avait une vitesse de 5 milles environ, et qui déverse dans l'Argentin les eaux du *Viedma*, on atteignit ce dernier lac le 16 juillet; le 4 août, on était de retour à Santa Cruz.

M. Lecointe a établi quatre stations complètes entre 68°30′ et 69°30′ long. W. de Gr. La température la plus basse observée a été de — 17° C. Dans le voisinage des lacs se trouvent d'assez vastes terrains, rarement recouverts par la neige, et possédant par le fait beaucoup plus de valeur que la plupart des terres de la Patagonie méridionale.

Il est d'opinion assez courante que la Cordillère des Andes abrite la région des lacs contre la neige, et que ces lacs sont bordés de vastes forêts. Tout cela est inexact ou contraire au bon

(1) Par Georges Lecointe. BULL. DE LA SOC. ROY. BELGE DE GÉOGR., 1899, pp. 366-374 et 1 croquis.

sens. Les forêts n'existent pas, et les vents qui amènent la neige ont une direction comprise entre N. W. et E., en passant par le nord, tandis que la Cordillère se dresse à l'ouest des lacs. En revanche, la quantité de neige qui tombe dans cette région est inférieure à celle qui s'abat entre le rio Chico et le rio Santa Cruz, à proximité de leur embouchure. La température semble d'ailleurs plus élevée dans le voisinage des lacs, et la neige y fond très rapidement.

Expédition antarctique belge (1). — Tout le monde sait que l'idée de l'expédition est due à l'initiative de M. Adrien de Gerlache, lieutenant de la marine de l'État belge. Nous n'avons pas à parler des préliminaires de cette intéressante exploration; ils sont trop connus. Rappelons seulement que le but primitif était de faire une reconnaissance sommaire de la région avoisinant la Terre de Graham, puis, après avoir hiverné en Australie, d'entreprendre une seconde campagne dans les parages de la Terre Victoria. Les circonstances n'ont pas permis la réalisation complète de ce programme.

La *Belgica* quitta le 14 janvier 1898, la baie Saint-Jean, dans l'île des États, et se dirigea vers le détroit de Bransfield, où elle arriva le 21; huit sondages furent faits sur ce parcours. Un d'eux accusa une profondeur de 4040 mètres, par 55° 51′ lat. S. et 63° 19′ long. W. de Gr. Le 23 janvier, le navire pénétra dans la baie de Hughes (Terre de Palmer); un détroit y fut découvert, qui reçut le nom de la *Belgica*. On en fit un levé rapide, basé sur douze stations principales déterminées astronomiquement. Les explorateurs entrèrent dans le Pacifique le 12 février, après avoir doublé le cap Renard, qui, à l'ouest de la Terre de Danco, s'avance, d'une façon très caractéristique, à l'entrée du nouveau détroit; ils se dirigèrent vers le sud-ouest et s'avancèrent, le 2 mars, jusque 71° 31′ lat. S. et 85° 16′ long. W. de Gr. Le

(1) Bull. de la Soc. roy. belge de Géogr., 1900, pp. 7-230, 3 cartes et figg. (G. Lecointe, *Aperçu des travaux scientifiques de l'expédition antarctique belge*, pp. 29-52; — le même, *L'hydrographie dans le détroit de la " Belgica „ et les observations astronomiques et magnétiques dans la zone australe*, pp. 53-92; — H. Arctowski, *Géographie physique de la région antarctique visitée par l'expédition de la " Belgica „*, pp. 93-175; — E. Racovitza, *La vie des animaux et des plantes dans l'Antarctique*, pp. 177-230); — E. Racovitza, *Résultats généraux de l'expédition antarctique belge*. La Géographie. Bull. de la Soc. de Géogr. de Paris, 1900, pp. 81-92 et 1 carte.

5 mars, le navire fut bloqué par les glaces, parce que telle fut l'audacieuse décision des chefs de l'expédition, et il dériva sur un trajet énorme et très tourmenté, pour atteindre, le 31 mai, sa plus haute latitude 71°36′ par 87°39′ long. W. de Gr. On ne put sortir du " pack „ que le 14 mars 1899, et on gagna le large par 102°15′ long. qui fut la longitude extrême vers l'ouest. Le 28 mars, on était de retour à Punta Arenas.

La nuit polaire a sévi du 17 mai au 21 juillet; ç'a été la période critique de l'exploration. Il nous faut consigner ici les résultats sommaires des travaux de M. de Gerlache et de ses dévoués collaborateurs. Nous venons de dire qu'un détroit a été découvert dans la baie de Hughes. On avait signalé dans cette région une grande terre (Terre de Palmer) séparée par un golfe (golfe de Hughes) d'une autre terre située à l'est (Terre de la Trinité). Larsen, le capitaine du *Jason* (1892), ayant aperçu au sud de la Terre Louis-Philippe une vaste communication entre l'Atlantique et le Pacifique, la Terre de la Trinité devint une île pour les géographes. Dallman, capitaine du *Groënland* (1872) avait découvert du côté du Pacifique l'entrée d'un détroit (Détroit de Bismarck). Il ne restait plus aux cartographes qu'à faire communiquer le golfe de Hughes avec cette passe d'une part, et d'autre part avec la vaste solution de continuité signalée par Larsen.

Grâce aux observations de l'expédition de Gerlache, toutes ces données peuvent être rectifiées. La Terre de Palmer est un vaste archipel de petites îles. Le golfe de Hughes est l'entrée d'un grand détroit qui fait communiquer le détroit de Bransfield avec l'Océan Pacifique. Ce détroit s'étend depuis le 61°45′ jusqu'au 64° lat. S. environ, et sa direction est nord-est sud-ouest; sa sortie, du côté du Pacifique, ne coïncide pas avec l'entrée du détroit de Bismarck, placé beaucoup plus au sud, d'après les coordonnées de Dallmann. Mais il est fort probable que Dallmann a commis une erreur d'observation et que nous nous trouvons en présence d'un seul détroit. L'île de la Trinité n'est que la pointe d'une grande terre (Terre de Danco), qui forme le bord est du détroit de la *Belgica*, et qui n'est que la continuation de la Terre de Graham; quant à la Terre Louis-Philippe, elle forme l'extrémité E. N. E. des terres découvertes par l'expédition antarctique belge. Il n'y a donc pas de solution de continuité qui fasse communiquer l'Atlantique avec le Pacifique.

Les contributions à la géographie physique sont de premier ordre. Les rives du canal de la *Belgica* sont formées de hautes terres montagneuses, à pentes raides. Les canaux qui séparent

ces terres, ont de grandes profondeurs dans leur milieu; la plus grande profondeur dans le détroit même est de 625 mètres. L'aspect des terres et des canaux montre qu'on se trouve en présence d'une région affaissée, où les vallées ont été envahies par la mer. Ces terres sont formées par des roches cristallines anciennes : granites, diorites, syénites. Des gneiss se trouvent à la sortie Pacifique du détroit.

Toutes les îles d'une certaine étendue et la Terre de Danco étaient emprisonnées dans une immense carapace de glace. Partout des glaciers suspendus aux flancs des montagnes, et dans les vallées de puissants courants cristallins qui se déversaient dans la mer; seules les parois à pic des falaises montraient la roche à nu.

Des sondages nombreux ont révélé, dans la région d'hivernage de la *Belgica*, donc entre 75° et 103° long. W. de Gr. et 70° et 71°35' lat. S., l'existence d'un plateau continental: la profondeur moyenne à laquelle il se trouve est de 500 mètres, avec une chute brusque à 1500 mètres vers le nord : cette région a subi aussi un mouvement d'affaissement. " Le plateau continental, dit M. Racovitza (1), se lève doucement vers le sud et s'infléchit dans sa partie orientale vers le nord, pour se relier certainement au plateau continental de la Terre Alexandre et de la Terre de Graham. Il doit se relier de même vers l'ouest, 50 degrés plus loin, avec le plateau continental découvert par Ross à l'est de la Terre Victoria. On aurait alors une masse continentale continue depuis le 50° long. W. jusqu'au 60° long. E. Quoi qu'il en soit à cet égard, la découverte faite par la *Belgica* donne un appui sérieux à l'hypothèse du continent antarctique. "

Les sondes ont donné de nombreux échantillons de sédiments sous-marins, et les filets de dragages des spécimens de roches. Citons encore l'étude des températures sous-marines, des icebergs, des glaciers, qui s'opposent à l'étude de la morphologie des terres. Les observations météorologiques ont donné pour pression minimum absolue 771^{mm},74, et pour pression maximum absolue 772^{mm},14. La température minimum a été de — 43°,1 C (observée en septembre); mais le mois de juillet a été le plus froid; sa température moyenne a été de — 23°,5 C; le mois le moins froid a été février avec — 1° C; la moyenne de l'année a été de — 9°,6 C. On mesura aussi la force, la vitesse, la direction du vent, etc., tout cela sans oublier les collections botaniques (400 catégories), et

(1) La Géographie, 1900, p. 83.

les collections zoologiques (900 catégories) : animaux pélagiques, phoques, oiseaux ; parmi ces derniers, le pingouin ou manchot de Forster, qui mesure jusque 1 mètre 20 de haut et pèse parfois 40 kilogrammes. Les pêches de fond exécutées par la *Belgica* sont les premières qui aient été faites à cette latitude. Prise à une profondeur de 500 mètres, la faune marine antarctique a le caractère abyssal, c'est-à-dire de celle qui habite les grands fonds de l'océan. Tous les échantillons recueillis sont nouveaux : aucun n'a pu être identifié avec des espèces connues.

Les observations magnétiques, les premières aussi faites dans ces régions, ont été très délicates, par suite du mouvement permanent de la banquise. On a dû se borner à mesurer la valeur absolue des éléments magnétiques (déclinaison, inclinaison, intensité magnétique terrestre), dans une soixantaine de stations établies pendant l'hivernage.

A travers la Corée (390 kilomètres de Séoul à Wön-San) (1). — La Corée est presque ignorée du reste du monde; elle est encore, dans son ensemble, " le pays de la conjecture et du mystère ". Le peu de travaux qu'on possède à son sujet ont du mérite historique et critique, mais ils ne sauraient avoir la portée documentaire d'études basées sur l'observation directe.

Au premier abord, quel est l'aspect de la péninsule coréenne ? Des îlots rocheux, des bancs de sable, une côte basse profondément échancrée, un arrière-plan de collines nues où les terrains ocreux alternent avec les herbes grises. Pas un arbre. Et cependant la Corée est très montagneuse et couverte aux deux tiers par la forêt primitive. On sait en effet que les montagnes de la Mandchourie sont prolongées par une chaîne, épaisse mais peu élevée, qui partage en deux la péninsule, et suit pour ainsi dire les contours de sa côte orientale; les crêtes du *Kéoum-Kan-Sann* (Montagnes dorées) sont un ressaut de cette chaîne; vers le 39° lat. N. elles forment la Suisse coréenne (1200 à 1800 mètres d'altitude), si souvent reproduite par les vieux maîtres chinois et japonais dans leurs peintures et sur les potiches. Dans ces solitudes, le bouddhisme, importé de Chine vers le IVe siècle, a fondé une quarantaine de somptueux monastères, peuplés de 1000 à 1200 moines, et visités chaque année par de nombreux fidèles. Les bonzes, sachant qu'ils peuvent compter sur la vanité humaine, ont soin de perpétuer le souvenir des généreux dona-

(1) Marcel Monnier. La Géographie, 1900, pp. 35-50 et 1 carte.

teurs par des inscriptions placées aux endroits les plus en vue pour l'édification des passants. Quant aux pèlerins qui se rendent aux montagnes saintes avec l'intention d'embrasser la vie monastique, ils doivent se faire raser la tête (donc manifester leur renoncement définitif aux vanités du monde), au défilé (800 mètres d'altitude) de Tang-Pa-Ryong (endroit où l'on coupe les cheveux).

Le pays diffère absolument de la Chine et du Japon; la Chine est affairée; la Corée indolente; la population est la douceur même, pacifique, hospitalière, très frileuse, d'une race à la fois vigoureuse et inerte.

La Corée est restée longtemps fermée aux étrangers. Actuellement cinq ports sont ouverts au commerce : Tchemoulpo, Chmainpo, Mokpo, Fou-San et Wön-San.

Tchemoulpo, le port de Séoul, a aujourd'hui une population, moitié coréenne, moitié japonaise, de 6000 âmes. C'est une rade foraine, mauvaise au point que les navires sont obligés de mouiller à près d'un mille au large. Son importance est due surtout à sa position près de l'embouchure du *Han-Kiang*, qui permet aux embarcations de faible tonnage de remonter jusqu'à Ryong-San, à proximité des faubourgs de Séoul; une piste de 40 kilomètres à travers une lande aride conduit aussi à la capitale.

Cette capitale ne ressemble à aucune autre. Le périmètre de ses remparts est de 30 kilomètres, autant que l'enceinte de Paris; mais la ville proprement dite (200 000 habitants) n'est qu'un point dans cette étendue. Au milieu de ces remparts se dressent des hauteurs de 300 à 1100 mètres; ces quartiers montueux ne sont fréquentés que par les oiseaux de proie et les bêtes sauvages, tels l'élan, le cerf, l'ours, le renard noir, le léopard, le tigre. Sur les pentes inférieures de deux de ces hauteurs, le *Pouk-Han* (750 mètres) et le *Sam-Hok-Han* (1100 mètres), sont bâties, à plus d'un kilomètre des autres habitations, deux villes murées : les légations européennes et les missions d'un côté, et les pavillons à toitures incurvées des demeures royales de l'autre. Actuellement l'empereur habite une retraite beaucoup plus sûre. Au pied du Nam-Sam s'étend le quartier japonais, soit 3000 individus, qui concentrent dans leurs mains la meilleure partie du commerce local. Le plus grand calme règne à Séoul; la quiétude n'y est d'ailleurs pas troublée par le mouvement des voitures : ici pas de chaussées, et par suite absence presque complète de véhicules montés sur roues. A la ville

comme aux champs, les seuls modes de transport sont le cheval et la chaise : pour les marchandises, de superbes et dociles taureaux porteurs.

Wŏn-San possède une rade magnifique, ou mieux deux rades, la plus méridionale désignée sur les cartes marines anglaises sous le nom de " Broughton bay ", en mémoire du capitaine William Broughton qui la découvrit en 1797. L'échancrure nord est le port Lazaref des Russes, excellent mouillage toujours libre de glace, et fort convoité par la Russie, avant son établissement à Port-Arthur. Wŏn-San ne compte guère que 15 000 habitants. La ville, d'aspect misérable, resserrée entre une plage boueuse et des collines couvertes de forêts, n'est qu'un long couloir bordé d'échoppes où sont entassés pêle-mêle les sacs de riz, les cuirs, le poisson sec. Elle se divise en deux quartiers, séparés par un *arroyo* : à l'est, la population coréenne; à l'ouest, une colonie japonaise comprenant quinze cents individus.

L'industrie nationale est peu développée : le seul produit vraiment remarquable est le papier. Trempé dans l'huile de sésame, il devient d'une imperméabilité parfaite et d'une très grande résistance. On en fait des tapis, des tentures, du vitrage, de la literie, voire même des vêtements de voyage, des chapeaux et des chaussures. A part cela, l'industrie et le commerce dignes de ce nom n'existent pas et ne sauraient exister. L'état politique et social du pays, l'insécurité, la justice remplacée par l'arbitraire, tout s'y oppose.

Entre la Chine, démocrate jusqu'aux moelles en dépit de son étiquette impériale, et le Japon issu de la féodalité, la Corée nous apparaît comme un pays de classes. La société est divisée en trois fractions presque aussi nettement délimitées que les castes de l'Inde : les *Sangs*, les *Tchungs* et les *Hâs*, soit la haute, la moyenne et la basse classe. Chacune de ces fractions se subdivise elle-même en différents groupes. Les affaires sont entravées par les exigences résultant des privilèges de la petite noblesse. La soie, le coton, les tissus, le papier, les cuirs, bref, la plupart des matières brutes ou ouvrées sont aux mains de puissantes corporations formées par les nobles et doivent, avant d'arriver sur le marché, passer par leurs entrepôts pour y être marquées du sceau de la compagnie.

Ce fâcheux système, joint au manque de voies de communication faciles entre la côte et l'intérieur, explique comment, sur ce sol naturellement riche, la population est pauvre, sans volonté

ni énergie. Le paysan se contente de récolter ce qui est strictement nécessaire à son existence, car il sait que le surplus lui serait vite enlevé.

Turkestan chinois et Pamirs (1). — M. G. Saint-Yves a pris à Krasnovodsk (côte orientale de la Caspienne) le chemin de fer transcaspien, qui dessert le Turkestan russe dans toute son étendue : la ligne principale va jusqu'à Tachkent par Samarcande ; ce trajet pourra se faire par express en quarante heures ; à Tchernavaïéo, la ligne bifurque, et un embranchement s'en va parcourir tout le Ferghana, de l'ouest à l'est, par Khodjend, Kokand, Marghilan et Andidjan, le point terminus. A partir de Samarcande, toutes les stations sont baptisées du nom de personnalités (généraux ou explorateurs) ayant aidé à la conquête du Turkestan.

La voie ferrée construite à travers le Ferghana, grand pays producteur de coton, et joyau du Turkestan russe, a considérablement accru son importance économique et son mouvement commercial. L'industrie des vers à soie, créée par un Français, M. Aloysi, se développe : deux maisons françaises s'y consacrent. On a reconnu en outre un bassin pétrolifère, très riche, dans la région de Namangan, aux extrémités de la ligne, et des gisements houillers dans les environs de Kokand. D'autre part certaines régions, considérées comme stériles et improductives, sont à la veille d'être transformées : c'est le cas de la *Steppe de la Faim*, au sud de laquelle se trouve Tchernavaïéo, et où de très intéressants travaux d'irrigation sont entrepris, grâce à des canaux dérivés du Syr-Davia.

Arrivé à Andidjan, M. Saint-Yves s'est dirigé vers le sud-est, en passant par *Och* (40 kilomètres d'Andidjan), une des villes les plus pittoresques et les plus intéressantes du Turkestan. Curieusement groupée au pied du *Takht-i-Suleiman*, elle est riche en eaux courantes et en verdure. A quelque distance d'Och on commence à gravir les collines, avant-garde du système de l'Alaï, et après avoir franchi divers cols, on arrive à *Goulcha*. Au point de vue politique et militaire, cette localité est importante : elle est le point d'aboutissement de la ligne télégraphique du Turkestan russe, et le point d'origine de la belle route militaire que les Russes ont construite vers les Pamirs, en passant par la vallée du *Gourchab*, les cols de *Taldik* (Alaï) et

(1) La Géographie, 1900, pp. 93-110 ; 1 carte et 2 figg.

de *Kizil-Art* (Trans-Alaï), l'*Ak-Baïtal*, pour aboutir à Pamirski Post, sur le Mourghab. Le village de Goulcha est bâti sur la rive droite du *Gourchab*, belle rivière au régime torrentiel. Cette vallée a toujours été la grande voie commerciale par laquelle se sont effectuées les relations d'affaires entre les Sartes du Ferghana et les Sartes du Turkestan chinois ; son importance stratégique n'est pas moins réelle ; mais elle ne semble pas avoir été suivie par les peuples dans leurs migrations ; ils ne pouvaient pas s'engager dans ces vallées étroites, où souvent ils auraient été fort en peine de faire vivre leurs troupeaux (point capital dans le choix de la route) ; c'est plus au nord qu'il faut chercher la ligne de direction des grands courants des peuples turcs.

Les cartes russes figurent dans l'Alaï, au sud d'Och, quatre cols fréquentés par les Kirghiz, et reconnus par des voyageurs européens : le *Terek-davan*, le *Char-davan*, l'*Archat-davan*, et surtout le *Taldik-davan*, suivi par G. Bonvalot et emprunté par la route militaire des Pamirs. M. Saint-Yves a découvert trois nouveaux passages entre le Terek-davan et le Char-davan ; ils sont difficiles et leur altitude dépasse 4000 mètres.

L'explorateur s'arrêta quelque temps à *Irkichtam*, situé à la frontière russo-chinoise, sur la rive droite du *Kizil-zou* kachgarien. Ce cours d'eau est emprisonné ici, sur sa rive gauche, par les derniers contreforts de la chaîne de l'Alaï, sur sa rive droite par un massif neigeux de fort belle allure, appelé par les habitants de la région *Maltabar-taou* ; ce massif appartient à une chaîne de montagnes fort peu connue, désignée sur les cartes russes sous le nom de *Mous-tag-taou* (chaîne des montagnes neigeuses). Ce Mous-tag-taou, prolongement du Trans-Alaï, se compose de divers massifs, séparés par des défilés, et formés eux-mêmes de plusieurs pics et glaciers, de 4900 à 5400 mètres d'altitude, d'où descendent divers torrents. Ceux du versant nord se déversent dans la *Noura*, et par elle dans le Kizil-zou ; le Kizil-zou, en effet, est formé de trois branches : la branche nord, ou *Kok-sou*, qui condense le ruissellement du versant sud de l'Alaï et de ses contreforts ; la branche centrale, ou *Kizil-zou*, et la branche méridionale, ou *Noura*, originaires toutes deux du système du Trans-Alaï.

Les eaux des pentes dénudées et dépourvues de glaciers du versant sud du Mous-tag-taou ou des chaînons qui s'en détachent vont alimenter le *Kovan-sou*. Cette splendide vallée, qui ne figurait pas encore sur les cartes, est donc bordée au nord par le Mous-tag-taou, et au sud par une chaîne étincelante de glaciers

et de névés, le *Kovan-taou*, dont sept cimes au moins ont une altitude comprise entre 4800 et 6000 mètres. Après avoir traversé des gorges longues et étroites, le Kovan-sou se jette dans le Kizil-zou kachgarien, importante rivière, recevant encore à droite les eaux du *Markan-sou*, qui conduit au *Grand Kara-koul*. La vallée du Kizil-zou, portée en pointillé sur les cartes russes qui en font une gorge étroite, est large et bien peuplée. M. Saint-Yves l'a suivie jusque Kachgar. Sur la rive gauche du Kizil-zou passe la route ordinaire des caravanes d'*Ouloukchat* à Kachgar. De cette dernière station les voyageurs ont marché vers le sud. A partir d'*Yghiz-yar*, ils ont quitté la plaine pour pénétrer de nouveau dans la région montagneuse par la vallée du *Kenkol*, long de 80 kilomètres environ.

De la vallée du Kenkol on est arrivé dans le bassin complexe du *Yarkand-daria*, par les cols de *Tam-kara* et de *Tivart* ; dans la vallée du *Torbachi*, sous-affluent du Yarkand, a été relevée une source chaude sulfureuse, dont la température était de 45° C. Après avoir franchi le défilé de *Shinda*, resté inconnu à M. Bogdanovitch, on débouche par un défilé désertique sur le vaste plateau de *Tagarma*. " Le plateau de Tagarma, dit M. Saint-Yves, a une physionomie toute spéciale que je ne saurais mieux traduire qu'en l'appelant " Pamir Tagarma ". Le Tagarma est, en effet, un Pamir au même titre que le Pamir Alichour, ou le Grand Pamir ou le Petit Pamir : cuvette lacustre, aujourd'hui à sec, et qu'occupait autrefois un vaste lac (semblable au grand Kara-koul), formé par les glaciers de la partie méridionale du système du *Mous-tag-ata*.

Le Pamir Tagarma est très peuplé. Il a deux issues, deux longs couloirs, l'un au nord-ouest remontant vers le petit Kara-koul, l'autre au sud-ouest descendant vers le Pamir Sarikol. M. Saint-Yves pénétra dans la vallée de l'*Ak-sou*, donc dans les Pamirs russes, par la longue, aride et assez large vallée du *Kara-sou*, originaire non des cimes du Mous-tag-ata, situées sur sa rive gauche, mais de la muraille neigeuse qui limite le Pamir Tagarma à l'ouest. L'*Ak-sou* a été atteint à une quarantaine de kilomètres au sud de Pamirski Post, puis remonté jusqu'au sud d'Ak-tach ; sur un espace de 80 kilomètres, la vallée était complètement déserte. Arrivée au *Mazar*, porté sur les cartes russes et situé à la rencontre de la route qui mène à la frontière de l'Inde par la passe de *Beïk* et de la route de *Sarhad*, sur le territoire afghan, la caravane s'est dirigée vers l'ouest et a pénétré sur le versant nord de la chaîne Nicolas II, qui sépare le Grand

Pamir du Petit Pamir. On a abordé au Grand Pamir, après la traversée du *Kara-sou*, affluent de gauche de l'Ak-sou, et originaire de la région lacustre du lac *Victoria*, appelé sur les cartes russes *Zor-koul*. Puis on a marché vers le Pamir Alichour et le *Yechil-koul*. Toute la carte de cette région est à remanier : aux puissants massifs doit être substituée une série de dépressions à peine sensibles, par lesquelles on passe du système hydrographique du Kara-sou, donc de l'Ak-sou, ou *Mourghab*, dans le système hydrographique du Goum, et ensuite de celui-ci dans la vallée d'un autre *Kara-sou*, qui débouche comme son homonyme dans l'Ak-sou, mais à l'ouest du Pamirski Post. Le relief fait tellement défaut que la topographie devient presque incompréhensible.

Après un séjour à Fort-Mourghab ou Pamirski Post, M. Saint-Yves a effectué son retour en grande partie par la route militaire des Pamirs. Il a longé le Kara-koul, et franchi le Trans-Alaï au col de *Kizil-Art*. Puis il s'est dirigé par la grande vallée de l'Alaï (le Kizil-zou bokhariote), la plus belle de l'Asie centrale, sur le col de *Djiptik* (Alaï) situé à l'ouest du *Taldik-davan*. Ce défilé conduit dans la vallée du *Khodja Balan-sou*, qui arrose le district d'Och et coule dans des gorges de cinquante kilomètres de longueur, surpassant en sublime horreur la *Via Mala*. Plusieurs vallées de l'Alaï présentent cette physionomie.

M. Saint-Yves a terminé son exploration à Marghilan.

Partage politique de l'Afrique. — Grâce aux efforts des puissances intéressées, il n'y aura bientôt plus de contestations territoriales possibles en Afrique. Nous avons à mentionner trois arrangements terminant des différends existant depuis plusieurs années. Le 14 juin 1898, avait été signée entre la France et l'Angleterre une convention pour la délimitation de leurs possessions situées dans la boucle, et à l'ouest et à l'est du Niger. Une déclaration additionnelle, intervenue le 21 mars 1899, vient compléter l'article IV de cette convention. D'après cette déclaration, la ligne frontière part du point où la limite entre l'État Indépendant du Congo et le territoire français rencontre la ligne de partage des eaux coulant vers le Nil de celles qui s'écoulent vers le Congo et ses affluents. Elle suit en principe cette ligne de partage des eaux jusqu'à sa rencontre avec le onzième parallèle de latitude nord. A partir de ce point, elle sera tracée jusqu'au quinzième parallèle, de façon à séparer le royaume de Wadaï de ce qui était en 1882 la province égyptienne de Darfour ; mais

son tracé ne pourra, en aucun cas, dépasser à l'ouest le vingt et unième degré de latitude est de Greenwich (18°40' E. de P.), ni à l'est le vingt-troisième degré de longitude est de Greenwich (20°40' E. de P.).

Il est entendu, en principe, qu'au nord du quinzième parallèle la zone française sera limitée au N.-E. et à l'E. par une ligne qui partira du point de rencontre du tropique du Cancer avec le seizième degré de longitude est de Greenwich (13°40' E. de P.), descendra dans la direction du sud-est jusqu'à sa rencontre avec le vingt-quatrième degré de longitude est de Greenwich (21°40' E. de P.), et suivra ensuite le vingt-quatrième degré jusqu'à sa rencontre au nord du quinzième parallèle de latitude avec la frontière du Darfour, telle qu'elle sera ultérieurement fixée.

Une *zone neutre* formant l'arrière-pays de la colonie anglaise de la Côte d'Or et du Togo allemand, et comprise entre 8° et 10° lat. N. et 1°30' long. W., et 0°40' long. E. de Greenwich, était restée en dehors de l'accord anglo-allemand du 12-14 mars 1888. Cet *hinterland* a été partagé entre les deux pays intéressés par une convention du 14 novembre 1899. L'Allemagne entre en possession de la partie orientale, avec l'important marché de *Yendi*; la partie occidentale avec Salaga échoit à la Grande-Bretagne. La frontière entre les possessions sera formée par la rivière *Daka* (affluent de gauche de la Volta), jusqu'à son point d'intersection avec le 9° lat. N.; de là elle se poursuit vers le nord jusqu'au *Gourounsi* (France), laissant aux Anglais le centre commercial de *Gambakha* et tous les territoires du *Mampoursi*, et aux Allemands *Sansanné-Mango* et les territoires du *Yagossi*.

L'interprétation de cet arrangement a déjà donné lieu à l'échange de diverses notes entre les chancelleries anglaise et allemande.

Une convention vient enfin de terminer le différend qui existait entre la France et l'Espagne au sujet des territoires du *Rio Muni* (Congo français) et du *Rio de Oro* (Nord du Sénégal). En 1890, un tracé de frontière avait été accepté par les deux parties pour la colonie du Rio de Oro, mais il ne visait que la côte, aucune entente n'étant intervenue pour l'intérieur. Le nouvel accord laisse à l'Espagne la côte entre le cap Blanc et le cap Bogador, et à la France l'*Adrar* et la Sepka d'*Idwill*. Cela manque encore de précision.

Au Congo français, l'Espagne réclamait la côte depuis le *Rio Campo* jusqu'au cap *Santa Clara*. Elle obtient depuis le Campo, limite du Cameroun allemand, jusqu'au Muni, dont le thalweg

formera la frontière jusqu'à son intersection avec le parallèle 1°. Dans l'intérieur le territoire s'étendra jusqu'au 9° E. de P. C'est un rectangle de 120 kilomètres environ sur la côte et de 180 kilomètres de profondeur.

Les deux pays se reconnaissent mutuellement un droit de préemption d'une part sur l'Adrar, que l'Espagne estime avoir abandonné à la France, et d'autre part sur l'enclave du Muni. Il y aura donc probablement un échange de territoires.

F. Van Ortroy.

CORRESPONDANCE

Le R. P. Fr. Dierckx, S. J., auteur de l'article *L'Origine de l'homme d'après Haeckel*, publié dans la livraison du 20 avril 1900 (p. 390), nous communique la lettre suivante du Dr Laloy. Il nous prie de la publier en l'accompagnant des observations dont nous la faisons suivre.

Paris, le 10 juin 1900.

Monsieur,

Comme j'ai été pris personnellement à partie par vous dans l'analyse que vous consacrez au mémoire de Haeckel sur l'origine de l'homme (Revue des Questions scientifiques, avril 1900), vous voudrez bien me permettre quelques mots de réponse. Je ne voudrais pas abuser de vos moments pour discuter avec vous toutes les objections que vous faites à la doctrine de l'évolution ; cela nous entraînerait beaucoup trop loin. Mais il est un point en lequel se condense tout le débat. C'est le problème psychique. Sur quoi vous appuyez-vous pour affirmer que l'homme, seul entre tous les animaux, est doué d'une âme immortelle ? Selon vous, n'est-ce pas, les actes intellectuels des animaux sont réglés par un simple mécanisme, comme au temps de Descartes, tandis que ceux de l'homme supposent l'intervention d'un principe immatériel ? Avouez que c'est là un dogme religieux, un article de foi, mais que ce ne saurait en aucun cas être considéré comme une hypothèse scientifique. Le fond même des

choses nous échappe dans l'ensemble du monde organique. La simple causalité mécanique explique aussi bien — ou aussi mal — l'acte par lequel un chien se dirige vers la proie qu'il convoite, que les actes les plus intellectuels de l'espèce humaine. De même j'ai peu de tendance à expliquer avec Loeb, par des tropismes, la plupart des actes des invertébrés. Tout ce que nous pouvons dire, c'est que partout où il y a de la matière vivante, il y a conscience et que cette conscience tend à devenir de plus en plus distincte à mesure que se développe un système nerveux.

D'ailleurs, je ne crois pas que la doctrine évolutionniste et même le matérialisme soient incompatibles avec toute morale. Je l'ai déjà dit dans ma préface, et, à ce propos, je ne vois pas du tout en quoi cette préface a pu vous choquer ; en tous cas, elle n'entache en rien mon " intégrité scientifique " : de même que les développements du grand savant qu'est Haeckel ne font de lui ni un " sectaire " ni un " fourbe ".

Je m'arrête. Il serait trop facile de prouver que ces expressions, sans doute échappées à votre plume, s'appliquent plutôt à ceux qui ont cherché à imposer à l'humanité des croyances notoirement erronées, à ceux qui ont toujours fermé les yeux à la vérité scientifique.

Je compte sur votre impartialité pour faire insérer cette courte réponse dans le recueil (Revue des Questions scientifiques) où a paru votre compte rendu, et je vous prie d'agréer, Monsieur, l'assurance de ma considération très distinguée.

Dr L. Laloy.

Le Dr Laloy nous fait grâce des réponses victorieuses qu'il pourrait opposer aux objections que nous avons faites à la doctrine de l'évolution, s'il ne craignait " d'abuser de nos moments ". En retour, il nous demande une dissertation sur la différence psychique entre l'homme et l'animal, et sur la spiritualité et l'immortalité de l'âme. S'il ne craint pas d'abuser par là de nos moments, c'est qu'il est persuadé que cette dissertation se réduira à un aveu qu'il prend la peine de formuler lui-même. Il voudra bien cependant me permettre d'y ajouter quelques renseignements.

Sur la différence psychique entre l'homme et l'animal, le Dr Laloy lira utilement deux articles, publiés dans cette Revue (t. VI, 1879, p. 196 et t. VII, 1880, p. 193) par le P. I. Carbon-

nelle. S. J. Il y apprendra, entre autres choses qu'il semble ignorer, que, aux yeux des philosophes spiritualistes, les animaux sont aussi éloignés d'être " des automates réglés par un simple mécanisme „, que le Dieu des chrétiens d'être " un vertébré gazeux semblable à l'homme „. Nous engageons vivement notre honorable correspondant à prendre connaissance de toute la série des articles dont les deux que nous venons de signaler font partie. Il y verra ce que valent la science, la méthode, la logique de ceux qui cherchent " à imposer à l'humanité des croyances notoirement erronées, et ont toujours fermé les yeux à la vérité scientifique „.

Quant à la survivance de l'âme humaine, nous " avouons qu'elle est un dogme religieux, un article de foi „. Mais — et ceci fournira l'occasion au Dr Laloy d'étudier la nature de l'acte de foi — *avant d'être un dogme de foi, elle est une vérité de raison.*

L'immortalité de l'âme est un corollaire nécessaire de sa spiritualité et celle-ci se démontre par l'analyse des actes psychiques les plus élevés, ceux-là précisément que Haeckel s'obstine à méconnaître et par lesquels, selon l'expression d'Albert Gaudry, " l'homme conçoit l'immatériel „ et " rend à son Auteur un hommage que nul être ne lui avait encore offert „. Le détail de la démonstration traîne dans tous les traités de psychologie spiritualiste : j'y renvoie le Dr Laloy. La spiritualité et l'immortalité de l'âme y sont établies par des preuves que leurs adversaires n'essaieraient pas de contester s'ils les avaient comprises, et qu'ils comprendraient assurément s'ils prenaient la peine de les lire comme on lit ce qu'on veut comprendre. Mais je crains bien que le Dr Laloy ne les lise d'un autre œil.

On paraît croire, en effet, chez les tenants de la science " positive „ qu'une preuve philosophique tient tout entière sur la page où elle se formule, et qu'elle a toute sa portée pour un esprit qui n'en a discuté ni la méthode, ni les principes, ni les préliminaires les plus indispensables. La vogue extraordinaire de ce procédé n'en fait rien d'honorable pour les logiciens qui l'emploient et les badauds qui les admirent. Tourné contre l'algèbre, ou la mécanique céleste, il serait à peine plus risible et tout aussi démonstratif.

Le Dr Laloy doit savoir qu'entre lui et nous la question n'est pas encore de décider ce que valent les preuves de la spiritualité et de l'immortalité de l'âme. Au préalable, nous aurions un autre point à tirer au clair : admet-il qu'une méthode de recherche

puisse servir à prouver qu'il n'existe rien au delà de l'ordre de faits pour lequel seul cette méthode est valable par définition ? Qu'il réponde à cette question par oui ou non. Il n'y a pas lieu de passer plus outre avant de savoir s'il entend ne pas renoncer à cette logique soi-disant " positive ", qui permet de récuser un moyen de connaissance sous prétexte qu'il manque d'objet, puis de nier cet objet parce qu'aucun moyen de connaissance ne l'atteint. A quoi bon quereller un contradicteur qui se sent en règle avec sa dialectique quand, ayant déclaré que " le fond même des choses nous échappe dans l'ensemble du monde organique ", il s'imagine avoir démontré que ce fond inconnu n'existe pas, ou en nie l'existence à son insu ? Avec cette logique transcendante, libre à lui de prouver que la volition est un effet de la causalité mécanique, attendu que les procédés servant à constater les effets de la causalité mécanique, et pas autre chose, n'y montrent que des effets de la causalité mécanique ; et que tout procédé inapplicable à l'observation de la causalité mécanique est impropre à l'étude de la volition, parce que la volition est un effet de la causalité mécanique. Variant la matière sinon la méthode de ses exercices, il pourra prouver que la découverte des lois qui régissent le mouvement des planètes est un acte de même nature que celui " par lequel un chien se dirige vers la proie qu'il convoite ", attendu que la causalité qui explique celui-ci *doit* suffire à expliquer l'autre et que, si ces deux phénomènes n'étaient pas identiques, la causalité qui explique le mouvement du chien n'expliquerait pas la découverte des lois de Képler " aussi bien ou aussi mal ", mais seulement beaucoup plus mal.

Ainsi raisonnent, au nom de la science, quantité de positivistes, qui s'en défendent, sans doute, avec de beaux cris, quand on les prie de s'expliquer sur leur méthode. Au fait, pourquoi non ? Ce n'est pas, de leur part, refus d'avouer leur logique : ils la pratiquent sans le savoir.

Encore une fois, nous demandons à l'École haeckelienne l'acceptation de tous les faits, quels qu'ils soient et tels qu'ils sont; une logique plus ferme, une critique mieux éclairée, moins prévenue, plus impartiale, qui ne trahisse pas à chaque pas de mesquines préoccupations antireligieuses. Il y va de son crédit. Aussi bien il suffit de cette sauvegarde à " nos croyances " : et ceux-là se jouent de leur " intégrité scientifique " qui se jettent dans la mêlée sans souci de ces droits du bon sens.

Dr Fr. Dierckx, S. J.

LE CRANE DE CALAVERAS

I

En 1866, M. Whitney, directeur des explorations géologiques de la Californie, annonçait la découverte dans le comté de Calaveras, d'un crâne humain a peu près complet. Ce crâne gisait dans un puits de mine à 128 pieds environ de profondeur, à Altaville sur le versant occidental de la Sierra Nevada, au milieu d'un dépôt de graviers aurifères (1). Il était recouvert de plusieurs couches de lave ou de dépôts volcaniques succédant à d'autres couches de gravier (2). Cette succession indique de longues périodes agitées où de puissants courants alternaient avec des éruptions répétées. Si donc nous admettons l'authenticité de cette découverte, depuis la venue de l'homme dans la région, cinq fois les eaux auraient envahi les lieux

(1) *The auriferous Gravels of Sierra Nevada.* AMERIC. ASS. Detroit (Michigan), 1897.— Holmes, *Preliminary Revision of the Evidence relating to the auriferous Gravel Man in California.*

(2) Les MATÉRIAUX POUR L'HIST. NAT. ET PRIMIT. DE L'HOMME ont donné la série des dépôts de haut en bas :

1. lave noire	40	pieds
2. graviers	3	»
3. lave blanche	30	»
4. graviers	5	»
5. lave blanche	15	»
6. graviers	25	»
7. lave brune	9	»
8. graviers	5	»
9. lave rouge	4	»
10. graviers rouges	17	»

Le crâne aurait été trouvé dans la couche n° 8.

où sa demeure était établie ; cinq fois les volcans en ignition seraient venus tarir ces eaux à leur source même.

Les sables aurifères s'étendent dans la partie centrale de la Californie, sur une surface considérable, du Yuba au nord, jusqu'au Merced au sud. Ils sont certainement très anciens. Whitney les date du tertiaire moyen et leur formation se serait poursuivie jusqu'à la fin du pliocène (1). C'est à cette dernière époque, peut-être même à une époque antérieure, qu'il faisait remonter non seulement le crâne, mais encore les diverses reliques de l'homme et les ossements d'animaux de race éteinte successivement recueillis par les mineurs. La région depuis ces temps encore si peu connus, a subi un changement complet. Des cañons mesurant jusqu'à deux mille pieds de profondeur se sont formés ; des vallées de plusieurs milles de largeur se sont creusées ; le système des rivières, celui du Sacramento ou celui du Joaquin, par exemple, s'est établi tel que nous le voyons, et des sables charriés par les torrents ont recouvert des montagnes qui atteignent jusqu'à six mille pieds d'altitude.

Le crâne aujourd'hui au Peabody Museum à Cambridge (Massachussetts) (2) appartenait à un vieillard. Les dents étaient tombées et les alvéoles profondément atteintes ; le maxillaire inférieur manque, les arcades sourcilières sont proéminentes et Whitney lui-même n'a pas hésité à le comparer au crâne d'un Eskimo moderne. Il était empâté dans un conglomérat de terre ferrugineuse très dure, où adhéraient quelques autres fragments humains, des débris de petits mammifères impossibles à déterminer,

(1) D'autres géologues vont plus loin et attribuent ces formations au miocène, peut-être même en grande partie à l'éocène On peut consulter sur la question G. Becker, BUL. GEOLOGICAL SOC. OF AMERICA, 1891. Cette opinion est partagée par les principaux membres du *Geological Survey*.

(2) M. Holmes a pu examiner le crâne à loisir, à la fin de l'année dernière; mais le professeur Putnam, l'éminent curateur du Musée, l'a prié de n'en donner aucune description détaillée, se réservant de le faire, quand l'analyse chimique serait terminée.

une perle en test de coquille que l'on dirait détachée d'un *wampum* indien, quelques parcelles de charbon, une coquille enfin d'eau douce *(Helix Mormonum)* (1).

Disons de suite que si quelques-uns de ces ossements ont pu appartenir au même individu que le crâne, d'autres doivent être rattachés à un homme plus petit. Nous ajouterons que les crânes se rencontrent en grand nombre dans la vallée et lui ont même donné le nom qu'elle porte (2).

Les Indiens de la Sierra n'enterrent pas leurs morts ; ils se contentent de les déposer dans des puits de mine abandonnés, dans des gorges profondes, dans des cavernes, sous des anfractuosités de rochers ; les chairs se décomposent, les os roulent à l'abandon et il devient difficile d'indiquer leur provenance avec quelque sécurité.

Le puits d'où l'on nous dit que le crâne a été retiré est situé à une petite distance d'Angels, à cette époque centre minier important. Il n'était accompagné d'aucun ossement pouvant fixer sa date, mais il est certain que sur d'autres points de la Sierra Nevada, des graviers identiques ont donné de nombreux débris d'animaux disparus. Il est tel gisement de la Californie ou de l'Orégon, où les ossements de l'éléphant et du mastodonte pouvaient, selon une expression populaire, remplir des wagons. Le Dr Joseph Leidy a aussi reconnu le *Palæolama*, l'*Elotherium*, rangé par Pictet dans la tribu des suilliens, des bovidés, des hipparions, plusieurs espèces d'équidés et de cervidés (3). Plusieurs de ces animaux vivaient encore en Amérique au post-pliocène, ce qui ajoute singulièrement

(1) Le crâne dont nul à ce moment ne soupçonnait l'importance, avait été abandonné pendant plusieurs mois, comme nous le dirons, dans une cour humide. C'est ainsi que l'on peut expliquer la présence de l *Helix Mormonum*.

(2) *Calaveras* est le nom générique des crânes en espagnol.

(3) J'ai donné dans l'*Amérique préhistorique* (Appendix A) la faune relevée par Whitney. « Cart loads of Mastodonte Bones, dit-il, have been accumulated at various places between Sonora and Stanislaus River at workings in the limestone crevices. » *The Auriferous Gravels*, p. 251.

aux difficultés de leur attribution à une époque nettement déterminée.

Les plantes fossiles dont les empreintes se rencontrent fréquemment dans les dépôts argileux donnent une réponse plus satisfaisante. Un botaniste éminent, Lesquereux, les rattache au pliocène. Des collections importantes formées depuis cette première étude, ont été attribuées au miocène moyen. Aucune des principales espèces recueillies, ormes, charmes, figuiers, aulnes, ne vit aujourd'hui dans le pays ; par contre, les conifères qui jouent un rôle si important dans la végétation actuelle de la Californie, font à l'époque qui nous occupe, complètement défaut.

Ce n'est pas tout ; des centaines d'objets différents ont été trouvés dans les mêmes assises que les ossements des animaux disparus ; ils appartiennent, nous dit-on, comme ces ossements eux-mêmes, à des temps antérieurs aux volcans (1). Ce sont des anneaux, des pointes de flèche en silex, des couteaux, des poignards en granit, en obsidienne, en schiste ardoisier, en andésite (2) surtout. Les plus curieux parmi ces objets sont des mortiers creusés dans des blocs de roche éruptive ou métamorphique et leurs pilons. Ils sont au nombre de trois cents et méritent que l'on s'y arrête un instant (3). Ils devaient servir à broyer les glands, les grains nécessaires à la nourriture de l'homme. Leur couleur est légèrement brune, leur forme ovalaire ; leur taille varie entre 9 1/2 pouces comme longueur, et de 6 1/4 pouces à 7 1/4 pouces comme largeur. Le creux atteint jusqu'à

(1) M. Holmes reproduit un grand nombre de ces objets. *Preliminary Revision of the Evidence relating to auriferous Gravel Man in California*, pl. VI. « Neither Whitney nor Voy, dira-t-il plus tard, had any idea of the need and vital importance of such discrimination. Their lists of finds from the mines are hardly more than lists of Indian implements. »

(2) L'andésite ou andésine est une roche du groupe des feldspaths.

(3) La plupart de ces objets appartiennent aujourd'hui au Musée de l'Université de Californie.

5 pouces de profondeur. Quelques-uns portent des traces évidentes d'usure et, à l'extérieur, on voit souvent des éclats enlevés comme pour mieux régulariser leur forme.

La coupe du gisement de ces mortiers a été relevée par Skertchley (1). Nous la reproduisons d'après lui :

1. Basalte, 25 à 100 pieds;
2. Sable quartzeux avec nodules d'argile, 450 pieds;
3. Graviers bleus avec « boulders » de roche éruptive décomposée, 2 à 15 pieds;
4. Schistes ardoisiers.

Les mortiers ont été trouvés dans les couches 2 et 3 qui, d'après Whitney, appartiennent au tertiaire. Les eaux ont joué un rôle considérable dans leur formation; les coins arrondis des boulders qui se rencontrent dans ces assises en sont la preuve. Malgré ses recherches, Skertchley n'a pu constater aucune trace certaine d'anciens glaciers auxquels il prétendait attribuer les érosions qu'il avait observées.

En résumé, si l'on admet que le crâne et les mortiers ont été recueillis *in situ*, dans les graviers aurifères (2), qu'ils n'ont été ni charriés par les eaux, ni introduits par les fissures ou par les failles, à la suite des révolutions géologiques qui ont bouleversé la région, il faudrait arriver, comme conclusion, à l'existence de l'homme en Amérique dès le tertiaire et ajouter que cet homme était déjà, par sa structure osseuse et par son stade de développement, semblable à un Européen des temps néolithiques.

(1) *On the Occurrence of Stone Mortars in the ancient (Pliocene ?) River gravels of Bute County (California).* JOURN. ANTH. INST., May 1888.

(2) M. Clarence King, autorité scientifique importante, alors à la tête du *Geological Survey* des États-Unis, a retiré lui-même *in situ*, sous la lave qui recouvre en partie le mont Tuolumno, un pilon. C'est jusqu'à présent, si je suis bien informé, la découverte unique d'un objet travaillé d'un *artifact*, comme les appellent aujourd'hui les Américains, faite par un homme compétent. Ce pilon se trouve au Musée National de Washington. M. King semble n'y avoir pas attaché une grande importance, car il n'a jamais, à ma connaissance, rien publié à cet égard et c'est 25 ans plus tard, après sa mort, que M. Becker l'a fait connaître pour la première fois au public.

J'espère prouver à l'aide des recherches les plus récentes, que les faits sont inexactement rapportés; qu'ils ne méritent même l'honneur d'une discussion qu'à raison du retentissement qui leur a été donné. Disons tout d'abord les objections de principe qui s'opposent à une conclusion d'autant plus surprenante, que, si elle était prouvée, ce n'est plus au pliocène, ni même au miocène qu'il faudrait faire remonter l'origine des premiers Américains, mais plus haut encore à l'éocène, seul moyen possible d'expliquer un stade de développement bien étrange par comparaison à ce que nous savons des premiers Européens et qui n'a pu être que l'œuvre de générations accumulées. Or, à l'éocène on ne rencontre que des mammifères faibles et petits, nouveaux venus sur le globe ; comment peut-on supposer qu'un être humain dans toute la plénitude de sa force et de son intelligence fût leur contemporain? Les animaux, les végétaux retirés des sables aurifères ont disparu depuis des siècles. Comment l'homme seul aurait-il survécu ? Comment expliquer une semblable anomalie, une semblable dérogation aux lois qui régissent les êtres animés ?

Whitney nous parle de torrents furieux. Comment les objets nombreux qui ont été trouvés ne portent-ils aucune trace de ces eaux tumultueuses ? Comment n'ont-ils pas été brisés ou réduits en fragments? Comment un pilon peut-il se retrouver dans le mortier auquel il était destiné? Comment un crâne naturellement fragile se montre-t-il à peu près intact (1), sans que ni le temps, ni les eaux, ni les éruptions volcaniques ne l'aient marqué de leur ineffaçable empreinte ? Que devient enfin l'évolution, que l'on nous donne comme le dernier mot de la science moderne, si, dès son apparition sur la terre, l'homme est aussi remarquable comme structure, aussi avancé comme intel-

(1) On peut facilement le vérifier sur la double photographie que donne l'AMERICAN ANTHROPOLOGIST.

ligence que les Indiens actuels ? Nous sommes loin, il faut en convenir, de l'*Anthropopithèque* ou du *Pithecanthropus erectus* (1), nos vénérables ascendants !

Malgré ces improbabilités, j'allais écrire ces impossibilités, des savants et non des moindres ont accepté l'existence de l'homme aux époques que nous retraçons. Whitney écrivait à Desor : « Le grand intérêt pour moi à présent est dans les restes humains et dans les œuvres de main d'homme qui ont été trouvés au milieu des rochers tertiaires de la Californie et desquels j'ai pu vérifier l'existence durant ces derniers mois. Les évidences se sont accumulées avec une telle extension, que je n'éprouve aucune hésitation à dire que nous avons des preuves non équivoques de l'existence de l'homme sur la côte du Pacifique antérieurement à la période du mastodonte et de l'éléphant, dans un temps où la vie animale et la vie végétale étaient entièrement différentes de ce qu'elles sont actuellement, et depuis lequel il s'est produit sur des roches dures et cristallines une érosion verticale de deux à trois mille pieds de hauteur. »

Whitney a-t-il persévéré jusqu'à la fin de sa vie dans des convictions aussi absolues ? Il est permis, je crois, d'en douter (2). L'enquête d'ailleurs si complète et si circonstanciée de M. Holmes nous a appris que le savant géologue n'avait pas vu le crâne *in situ*, et qu'il s'était écoulé plusieurs mois avant même qu'il eût connaissance de cette découverte.

M. Skertchley (3) s'est rendu en Californie pour étudier sur place le gisement ; il arrive à la conclusion que les mortiers sont bien l'œuvre de l'homme, ce qui n'est pas

(1) Houzé, REVUE DE L'UNIVERSITÉ, Bruxelles, 1896.

(2) J'ai le souvenir très net d'une lettre que Whitney m'a écrite et où le doute se montre à chaque ligne. Mais cette lettre s'est égarée dans les amoncellements de papiers, suite inévitable d'une longue vie, et comme je ne puis me rappeler ni sa date, ni les termes exacts dont Whitney s'est servi, il ne m'est pas permis de m'appuyer sur elle dans cette étude.

(3) *Loc. cit.*

contesté, et que les graviers où ils gisaient datent de l'époque glaciaire, qu'il place, avec quelque hésitation cependant, au pliocène (1). Quant à la question des remaniements certainement survenus au milieu de tant de siècles accumulés et des révolutions géologiques dont ces siècles ont été les témoins, un savant glacieriste, M. Wright (2), prétend les écarter. Il y a eu, dit-il, de si nombreuses découvertes de mortiers en pierre, qu'il est impossible que chaque fois les ouvriers soient tombés dans une inconcevable erreur. Il est impossible d'expliquer par une faille ou par un glissement la présence de trois cents d'entre eux. Il conclut donc que les mortiers proviennent de couches parfaitement en place, que les animaux ou les végétaux recueillis dans ces mêmes couches sont contemporains des hommes qui fabriquaient les mortiers, et que ni les uns ni les autres n'ont été introduits par des cataclysmes subséquents (3).

On est surpris de ces assertions si tranchantes, de ces conclusions sans réserve auxquelles arrivent certains anthropologistes. Emportés par des opinions préconçues, ils ne s'arrêtent guère devant des objections, quelque importantes qu'elles soient. Le savant zoologiste dont nous avons déjà invoqué l'autorité, montre certaines dents d'*Equus* provenant des graviers aurifères, absolument semblables à celles du cheval actuel et dans un tel état de conservation qu'il est impossible de ne pas les regarder comme modernes. Nous pourrions encore répéter ici ce que nous avons déjà dit des mortiers ou des autres instruments reproduits par M. Holmes (4). Leur étude, même superficielle, défend de les dater du tertiaire.

(1) Nous avons donné l'opinion d'éminents géologues américains sur cette question. Voir note 1, p. 342.

(2) THE NINETEENTH CENTURY, April 1891.

(3) Je n'ai pas sous les yeux en écrivant ces lignes le NINETEENTH CENTURY, et je ne puis me rappeler si M. Wright parle aussi du crâne. Mais ce fait n'a qu'une importance secondaire; car les mortiers, œuvre de l'homme, prouvent aussi clairement son existence que ses propres ossements.

(4) AMERICAN ANTHROPOLOGIST, Jan.-Oct. 1890, pl. VI.

Pour étayer une cause à peine défendable, on nous dit que les Diggers, les plus anciens habitants du pays et qui y sont encore établis, sont incapables de façonner des mortiers et qu'ils les regardent même avec une sorte de terreur superstitieuse. On ne peut donc les attribuer à leurs ancêtres et supposer qu'ils ont été entraînés par des cataclysmes. Cette assertion des partisans de l'authenticité et de l'antiquité du crâne de Calaveras s'appuie sur un fait inexact. M. Holmes a visité un village habité par les Diggers; il les a trouvés occupés à broyer des glands dans des mortiers en granit ou dans des boulders creusés de leurs mains (1). Ce village dominait de riches dépôts de graviers aurifères et un des mortiers ou un des instruments dont nous avons parlé, aurait facilement pu glisser dans un des puits de mine subjacents ; d'autres ont pu être abandonnés par les ouvriers des premiers jours. C'est ainsi que l'on peut expliquer, d'une manière plausible, leur nombre et leur origine.

Enfin l'enquête de M. Holmes, faite en dehors de toute opinion préconçue, détruit *in ovo* tout ce que l'on a raconté sur l'authenticité du crâne de Calaveras. Il a été trouvé au mois de février 1866, dans un puits dépendant de la concession de MM. Mattison et Cie; et c'est un des propriétaires qui l'a retiré de ses mains au milieu d'un amas de bois roulé par les eaux. Il avait perdu toute forme et Mattison le prit pour un fragment de racine. Ce ne fut même qu'un an après, quand il fut nettoyé et retiré de sa gangue, que l'on reconnut son véritable caractère. Le crâne passa ensuite de main en main, sans contrôle, sans vérification, relégué dans une cour humide. Whitney s'efforça de rétablir cette odyssée. Il descendit dans la mine et Mattison lui montra le point exact où le crâne avait été trouvé. Il entendit de nombreux témoins dont les récits confus, contradictoires, souvent empreints d'une exagération visible, ne pouvaient jeter aucun jour sur la question ;

(1) Holmes, *loc. cit.*, p. 118.

et finalement, mû, je le crains, à son insu, par le désir d'attacher son nom à une grande découverte, il n'hésita plus à accepter et l'authenticité et l'antiquité du crâne.

« Sachez, écrivait-il en 1872 à Desor, que le crâne de Calaveras n'est pas un fait isolé, mais que j'ai une série d'autres cas bien authentiques où l'on a trouvé dans la même position géologique, soit des débris humains, soit des objets travaillés (1). »

Whitney n'a jamais fait connaître les ossements humains qui venaient à l'appui de son hypothèse ; quant aux objets travaillés, nous avons montré que si l'authenticité du crâne était plus que douteuse, son antiquité appuyée sur ces objets n'est même pas discutable (2).

Y a-t-il eu une fraude pratiquée soit envers Whitney lui-même, soit envers un de ceux dans les mains desquels le crâne a successivement passé ? Ou bien encore sommes-nous en présence d'une de ces mystifications que les mineurs ne se faisaient pas faute, paraît-il, de perpétrer ? C'est là une opinion fortement accréditée dans le pays et acceptée par de nombreux savants étrangers ou américains (3) ; mais M. Holmes n'a recueilli aucun témoignage sérieux qui puisse la confirmer et il se prononce pour la négative (4).

II

La question semblait résolue et il ne devait rester pour le crâne de Calaveras que le souvenir des ardentes discus-

(1) Rev. d'Anth., 1872, p. 761.

(2) « Unfortunately the authenticity of this skull is somewhat clouded and the geological strata to which it is referred is not yet completely made out. » Frank Baker, *Primitive Man*, Anth., 1898.

(3) Narcisso Sentenach y Cabanas, *Ensayo sobre la America precolombina*. Toledo, 1890. — « As to the Calaveras Skull, m'écrivait de Philadelphie le 22 octobre 1899, un savant distingué, I consider it to belong to a large class of objects found in California which either dropped from village sites above, or else were planted by humorous miners to deceive credulous scientific men. »

(4) *The auriferous Gravel Man*, p. 634.

sions auxquelles il avait donné lieu. De nouvelles controverses viennent de les rouvrir; elles ne sauraient, disons-le tout d'abord, modifier les conclusions antérieures.

A quelle époque un être humain semblable à nous a-t-il paru sur le sol américain ? grave question qui touche à la fois à l'anthropologie et à la géologie. De nombreux faits tendant tous à prouver sa haute antiquité ont été signalés à plusieurs reprises ; aucun n'a survécu au jour qui le vit naître (1). Un seul reste encore debout. Ce sont les argillites trouvées à Trenton dans le bassin du Delaware. Là aussi, l'homme aurait vécu à une époque antérieure à celle qu'il est permis de fixer avec les faits actuellement connus, à son apparition en Europe. L'orgueil des Américains, qui en toutes choses aiment à être les premiers, en était flatté ; mais voici que cette antiquité des pierres de Trenton est remise en question. Ses partisans ont cru trouver dans le crâne de Calaveras un appui pour leur cause; de là sont nées les nouvelles études et les nouvelles discussions dont il faut parler.

Les graviers où gisaient les pierres remontent, selon Skertchley, au pliocène, peut-être même au miocène; mais les argillites travaillées par l'homme datent-elles de cette même époque ? Tel est le problème à résoudre.

Une visite de MM. Gaudry et Boule à Trenton, leur opinion fondée sur l'étude faite sur le terrain même, la haute et légitime autorité dont ils jouissent dans le monde scientifique, tranchent, semble-t-il, la question de l'authenticité et de l'antiquité de ces silex; mais jusqu'ici ces éminents savants ne se sont pas prononcés sur l'âge des graviers. « Les graviers de Trenton, se contentent-ils de dire, sont parfaitement intacts, en lits bien réglés, surmontés d'une couche de terre végétale dont la séparation est des plus nettes. Il est impossible d'admettre qu'un instrument primitivement situé à la surface du sol ait pu

(1) *Amérique préh.*, oct. 1893.

gagner les parties profondes du gravier. » Plus tard M. Boule écrivait encore (1) : « Je persiste à dire que les savants américains qui ne croient pas à l'antiquité de ces objets n'ont fourni aucune preuve irréfutable de leur manière de voir, et je considère que les procès qu'ils instruisent rappelle de tous points celui qui fut fait à Boucher de Perthes. »

Mon savant ami me permettra une remarque. Quand Boucher de Perthes soutenait en face de toute la science officielle ses importantes découvertes, il pouvait les compter par centaines non seulement dans toutes les régions de la France, mais aussi sur bien des points de l'Europe. En Amérique, les argillites recueillies par le Dr Abbott dans le bassin du Delaware restent jusqu'à présent un fait unique, et il est impossible d'admettre que durant l'immensité des temps invoquée, l'homme n'ait vécu que sur un seul point du continent américain. M. Boule ajoute que les savants qui n'acceptent pas l'antiquité de ces objets n'ont fourni aucune preuve irréfutable à l'appui de leur opinion. Je pensais que c'était à ceux qui avançaient un fait, que la preuve de ce fait incombait ; mais tout change en ce monde, je m'en aperçois chaque jour (2).

Quoi qu'il en soit à cet égard, les savants américains sont aujourd'hui presque unanimes à rejeter les conclusions affirmant l'antiquité, l'authenticité même des pierres de Trenton. Les fâcheuses rumeurs sur le Dr Abbott, la vente des argillites faite par lui à un prix élevé au Peabody Museum, ont influé, je le crains, sur des opinions

(1) ANTHROPOLOGIE, 1898, p. 53.,

(2) J'ai traité la question de l'antiquité de l'homme en Amérique dans la REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES en 1893 et j'ai résumé en 1898, dans l'ANTHROPOLOGIE, la discussion sur les argillites de Trenton qui a eu lieu au sein de l'Association américaine et de l'Association britannique dans leurs sessions de 1897, tenues l'une à Détroit (Michigan), l'autre à Toronto (Canada). Je ne puis qu'y renvoyer le lecteur désireux de connaître tous les détails de cette importante question.

auxquelles de semblables faits, quelque regrettables qu'ils soient, devraient rester étrangers.

Citons quelques-unes de ces opinions et quelques-uns des faits nouveaux que les savants américains nous font connaître.

L'authenticité des pièces trouvées à Trenton est aujourd'hui fortement contestée, dit le Dr Frank Russell (1). L'indignité d'Abbott leur porte un tort grave. Des débris humains ont été recueillis dans le même gisement et se trouvent au Peabody Museum. Ces débris comprennent trois crânes assez bien conservés. Ils proviennent certainement d'Indiens modernes, les Leni Lenape. L'objection fondamentale que fait M. Mercer aux objets trouvés dans les graviers du Delaware, est qu'ils sont absolument semblables comme forme, comme mode de fabrication aux *Turtle Backs* (2) qui se rencontrent au milieu de nombreux débris de poterie parmi tous les amas de rejets indiens, sur tous les sites de villages indiens; ils n'apportent donc par eux-mêmes aucune preuve de leur antiquité (3).

M. Holmes (4) est plus explicite encore. Existe-t-il, demande-t-il, des preuves vraiment sérieuses de l'existence de l'homme en Amérique durant la période de l'extension des glaciers? Les grossiers instruments que l'on nous montre, sont-ils le produit du travail humain? Sa réponse — est-il besoin de le dire? — est négative. Si l'homme, dira-t-il encore, a vécu en Amérique durant la période glaciaire, pourquoi les preuves que l'on donne de son existence sont-elles si peu satisfaisantes, si chaotiques? Les recherches

(1) *Human Remains from the Trenton Gravels.* AMERICAN NATURALIST, Feb. 1899.

(2) C'est le nom générique donné par les Américains à ce que nous appelons des haches ou des grattoirs.

(3) *A New Investigation of Man's antiquity at Trenton.* PROC. AMERIC. ASS. FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE, 1897. *Antiquity of Man in the Delaware Valley.*

(4) *Modern Quarry Refuse and the paleolithic Theory.* SCIENCE, 25 nov. 1892, 20 janv., 10 mars 1893. — *Are there Traces of Man in the Trenton Gravels?* JOURN. OF GEOL., jan. febr. 1893.

pour aboutir à une conclusion acceptable doivent être reprises à nouveau. A Point Pleasant sur le Delaware, à 25 milles en amont de Trenton, on a mis au jour non seulement des carrières d'argillite, mais encore les ateliers où se fabriquaient les instruments. La fabrique était bien là, car outre les débris de toute sorte, on recueille des objets à tous les degrés d'avancement et ces objets sont bien les mêmes que ceux provenant des graviers de Trenton (1).

Telle est aussi l'opinion de Boyd Dawkins qui a visité les lieux et soumis tous les faits à une sérieuse étude. Il n'existe pas, dit-il, de preuves suffisantes pour regarder les pierres trouvées à Trenton comme paléolithiques et les théories fondées sur elles doivent être abandonnées (2).

Le Dr Brinton, savant éminent, dont la science américaine déplore la perte récente, rejetait, presque sans discussion, toutes les découvertes faites en Californie. Celles de Table Mountain, dit-il, remontent tout au plus à quelques siècles avant la conquête espagnole. Plus tard, il adoptait comme sienne une opinion empruntée au Dr B. Kummel, dont la preuve me paraît impossible à faire. Les dépôts où se trouvent les argillites seraient d'origine éolienne et se seraient successivement consolidés durant des temps allant du postglaciaire aux époques modernes (3).

Il est facile de multiplier des citations semblables. Nous nous contenterons de rappeler qu'aux deux congrès de Détroit et de Toronto, l'opinion de la grande majorité des savants, anglais ou américains, s'est montrée con-

(1) M. Wilson combat avec énergie cette assertion. Selon lui, le *Shop Refuse*, au lieu d'être cantonné dans les ateliers découverts par M. Holmes, est répandu dans toute la région. M. Wilson ne voit pas là un argument contre la cause qu'il soutient. *Quarry Workshops*, AMERIC. NATURALIST, nov.-déc. 1896. ANTHROPOLOGIE, 1897, pp. 212, 213.

(2) *On the Relation of the Paleolithic to the Neolithic*. JOURN. ANTH. INST., 1897.

(3) SCIENCE, 28 janv. 1898. — PROC NUMIS. AND ANTIQ. SOC. OF PHILADELPHIA, 3 Feb. 1898.

traire aux découvertes de Trenton. « Not proven », cela n'est pas prouvé, s'écriait Dawson, un des maîtres de la science. Aucun des exemplaires qui nous ont été soumis, disait à son tour sir John Evans, ne peut être regardé comme paléolithique. Plus tard, en rendant compte de la session de Détroit, le professeur Chambertin ajoutait que les preuves apportées à l'appui d'une civilisation très ancienne et très primitive à Trenton, étaient des plus faibles et des plus douteuses (1). Le président du Congrès M. Mac Gee enfin, en résumant la discussion, remarquait que plus le nombre des savants qui se livraient à l'étude des graviers du Delaware s'accroissait, plus les preuves de l'existence de l'homme en Amérique à des époques d'une antiquité presque fabuleuse, s'évanouissaient (2).

Le professeur Putnam, assurément un des savants les plus distingués de l'Amérique, avait lutté avec ténacité contre l'opinion dominante. Il ne pouvait rester sous le coup d'une défaite qui renversait toutes ses conclusions. M. Volk continuait, sous ses auspices et sous sa direction, les fouilles entreprises dans les sables de Trenton (3). Elles ont donné, m'écrivait Putnam (4), de nombreux faits nouveaux. Ces faits prouvent l'existence d'argillites travaillées dans des couches qui remontent, sans discussion possible, à la fin de la période glaciaire. Peut-être quelques-unes de ces couches sont-elles dues à l'action des vents,

(1) JOURN. OF GEOLOGY, 1897.

(2) AMERIC. ANTHROPOLOGIST, 1897.

(3) En 1895 et en 1896, M. Volk a continué ses recherches dans le New Jersey. « M. Volk has confirmed the opinion which several archæologists and geologists have held, namely that stones chipped by man are found in the glacial deposits of the Delaware Valley. Professor Wright from personal observation on the spot where M. Volk is exploring regards the evidence furnished by this exploration as proving conclusively the existence of glacial man in America. » REPORT PEABODY MUSEUM, 1895-6, p. 4. Remarquons qu'il n'est ici question que de l'existence de l'homme à l'époque glaciaire. On peut consulter sur la question deux remarquables ouvrages du Rév. Professeur Wright, *Man and the glacial Period*, et *Fresh Geol. Evidence of glacial Man at Trenton N. J.*

(4) Le 13 novembre 1899.

comme le pense Brinton; mais pour la plupart, la stratification prouve surabondamment l'action de l'eau. Dans cette lettre, le professeur ajoutait en note : « Il ne faut surtout pas confondre ces nouveaux dépôts qui remontent à la fin de la période glaciaire avec les graviers bien autrement anciens dont il a été si souvent question, bien que chez les uns et les autres on rencontre les mêmes produits de l'industrie humaine. »

C'est là le point faible de la théorie de M. Putnam. Comment des instruments aux formes semblables, tirés de roches semblables, peuvent-ils se rencontrer dans des couches dont la formation est séparée par des temps d'une incalculable durée; séparée par les phénomènes glaciaires encore bien mal connus en Amérique? Durant ces siècles accumulés, il n'y aurait donc eu aucun changement dans l'industrie humaine, aucun changement dans les matériaux utilisés par l'homme. C'est là un fait étrange, que nous ne pouvons rapprocher d'aucun fait similaire en Europe.

Une découverte récente paraît plus sérieuse. La section d'anthropologie de l'Association américaine pour l'avancement des sciences était réunie à Newhaven. Putnam y apporta un fragment de fémur humain trouvé, le 1er décembre 1898, par M. Volk dans les graviers stratifiés de Trenton, à 7 pieds au-dessous du sol actuel, à 4 pieds plus bas que les couches superficielles de gravier. La couche où gisait le fémur d'une origine glaciaire incontestable, nous dit-on, ne présentait aucune fissure, aucune trace de remaniement et, de l'avis des anatomistes présents, l'os appartenait bien à un être humain (1). Des photographies de ce fémur *in situ* ont été mises sous les yeux des membres du Congrès et semblent n'avoir laissé dans leur esprit aucun doute sur ce dernier point.

Il est possible que ce fait ait l'importance que M. Put-

(1) Lettre de M. Wilson du 10 janvier 1900.

nam lui attribue. Je n'y contredis pas, mais pour se prononcer avec quelque sécurité, il faut attendre une discussion plus complète et se rendre compte des objections, s'il en est, formulées par ceux qui étudieront le gisement.

En réservant toute opinion sur cette dernière découverte encore mal connue, il est permis de dire que pour les savants qui ont étudié la question sans parti pris, les pierres de Trenton restent jusqu'à présent la seule preuve sérieuse, je ne dis pas probante, que l'on apporte sur l'antiquité de l'homme sur le sol du Nouveau Monde. Aucune des autres découvertes mises en avant n'a pu soutenir une discussion sérieuse. C'est probablement à raison de cette pénurie que l'on a voulu ressusciter le crâne de Calaveras et appuyer des faits douteux par un fait plus douteux encore.

Pour ce crâne, le professeur Putnam semble dégager sa responsabilité. Il l'a acheté, il est en place d'honneur dans son musée, il ne saurait le désavouer. Aujourd'hui, à mes interrogations répétées, il répond qu'il ne connaît aucun fait nouveau pouvant être invoqué en faveur de son authenticité; qu'il avait désiré à la fin de l'été dernier se rendre dans la Sierra Nevada pour examiner sur place la stratification, mais qu'il avait été détourné de ce voyage par une intéressante visite aux Pueblos et aux Cliff Houses du Colorado et du Nouveau Mexique. Espérons que le temps ne lui manquera pas toujours et que nous aurons bientôt le secours de sa science pour élucider la question aussi complètement qu'il paraît le désirer (1).

En résumé, rien de ce que nous savons ne permet de faire remonter à l'époque tertiaire un être semblable à nous, encore moins un intermédiaire entre nous et les Simiens ; et plus on approfondit la question, plus la solution s'éloigne en Amérique comme en Europe. Ni l'homme

(1) On peut aussi consulter Wilson, *History of the Beginnings of the Science of prehistoric Anthropology*, Am. Ass. Columbus, Ohio, 1899.

qui creusait les mortiers de la Californie, ni celui qui taillait les argillites du New-Jersey ne remontent aux temps tertiaires. Le crâne de Calaveras enfin est moderne et appartient à un Indien ou à un Eskimo, plus probablement à un de ces derniers. Pour admettre une autre solution, il faudrait renverser toutes les lois de la science. Les opinions préconçues que l'on nous reproche n'ont rien à faire dans la question. Les faits la résolvent avec une incontestable clarté. La consciencieuse enquête faite sur les lieux mêmes par un savant aussi distingué que M. Holmes, ne peut laisser de doutes ; sa conclusion est nette, appuyée sur des faits qui paraissent indéniables ; le crâne n'a jamais été entraîné par les eaux tertiaires, il n'a point été recueilli dans la mine où bien des mois après on a prétendu montrer son gisement. Il n'appartient ni à un homme pliocène, ni à un homme miocène, mais à un homme moderne. Toute la découverte enfin, continue M. Holmes, est fondée sur la fraude ou sur une mystification regrettable.

Sauf sur ce dernier point, où je fais quelques réserves, j'accepte entièrement les conclusions de M. Holmes. Elles me paraissent rigoureusement déduites des faits aujourd'hui connus.

Mis DE NADAILLAC.

Rougemont, 30 juillet 1900.

LE CRIME

CAUSES ET REMÈDES

D'APRÈS LOMBROSO (1)

S'il est une doctrine qui a fait du bruit, qui a profondément remué l'opinion publique, c'est bien celle que Lombroso a émise touchant l'homme criminel.

Il n'est pas facile de la résumer, parce que la pensée de l'auteur italien est souvent fuyante, rarement exprimée d'une façon précise et catégorique et que, dans le cours des années, elle a subi plusieurs modifications assez notables. Je vais pourtant essayer de la condenser en un exposé sommaire.

D'après Lombroso, le véritable criminel l'est constitutionnellement, originairement. *Nascuntur poetae :* on naît poète ; on peut également naître criminel *(Criminel-né — Delinquente nato).*

La tendance criminelle, ou, suivant l'expression même de l'auteur, la criminalité congénitale se marque par un ensemble de caractères corporels, de traits psychiques formant *le type criminel* qui constitue un type anthropologique spécial, comme une variété de l'espèce humaine.

Cette tendance criminelle se confond avec l'état connu par les aliénistes sous le nom de *folie morale*, ne s'en dis-

(1) Lombroso, *Le crime, causes et remèdes, avec un appendice sur les progrès de l'anthropologie criminelle pendant les années 1895 1898.* Paris, Librairie C. Reinwald, 1899.

tinguant que par un moindre degré de développement des caractères.

Elle est le retour aux conditions primitives. La criminalité était l'état normal des premiers hommes, comme elle est encore celui des sauvages. Lorsqu'elle réapparait au milieu de notre civilisation, c'est en vertu d'un phénomène d'hérédité ancestrale, d'atavisme.

« La théorie de l'atavisme du crime — je cite textuellement (1) — se complète et se corrige par l'adjonction de la nutrition défectueuse du cerveau, d'une mauvaise conductibilité nerveuse, d'un manque d'équilibre des hémisphères, par l'état épileptique. C'est, en un mot, la maladie qui vient s'ajouter à la monstruosité. »

Ailleurs, il dit encore : « La criminalité congénitale et la folie morale ne sont que des variantes de l'épilepsie, des états épileptoïdes (2). »

Parmi les individus qui commettent des crimes, il n'en est que 40 p. c. environ qui appartiennent à la catégorie du criminel-né. Les autres se répartissent en diverses classes : *criminels par passion ; criminels fous ; criminels d'occasion.*

Ces classes se subdivisent elles-mêmes en groupes nombreux.

L'idée mère, « le noyau » (3) des doctrines de Lombroso, c'est l'existence d'un type criminel : « Sans le type criminel, le criminel-né, il n'y a pas d'anthropologie criminelle. »

Ce type se caractérise par un nombre considérable de traits appartenant à la conformation anatomique, au fonctionnement des organes, aux qualités psychiques. Je n'en veux indiquer que les principaux.

Au point de vue anatomique (4), le criminel-né se

(1) Lombroso, *L'Homme criminel*, 2e édition française, 1894, tome II, p. 140.
(2) *L'Homme criminel*, tome II, p. 121.
(3) Préface à l'Atlas de la 2e édit. française de *l'Homme criminel*, 1895.
(4) *L'Homme criminel*, tome, I, p. 249.

distingue surtout par le développement énorme de sa mâchoire, par la rareté de la barbe, la dureté du regard, l'abondance de la chevelure ; puis, en seconde ligne, par les oreilles à anse, le front fuyant, le strabisme ou la loucherie, le nez difforme.

Au point de vue physiologique (1), les caractères principaux sont l'anesthésie, c'est-à-dire la perte ou la diminution de la sensibilité ; l'analgésie, c'est-à-dire l'abolition ou l'affaiblissement de la sensibilité à la douleur ; les modifications du champ visuel ; le mancinisme ou la gaucherie.

Enfin, parmi les traits psychiques du criminel-né, il faut mentionner comme les plus importants, la cruauté, la vanité du délit, l'imprévoyance, les tatouages obscènes, vindicatifs.

Je ne me propose pas de faire la critique de cette théorie. N'y aurait-il pas fatuité de ma part à dire que dans cette REVUE même (2), puis dans un livre (3) paru en 1891, je me suis livré à cette critique et que j'ai été amené à conclure que le type criminel n'est point une réalité ?

Actuellement, une réfutation des idées de Lombroso peut être considérée comme superflue, tant leur fausseté est manifeste et généralement reconnue.

Écoutons le jugement de Flechsig, l'éminent aliéniste de Leipzig : « Lombroso, dit-il, ne se rattache pas à la science rigoureuse et on ne peut le placer avec ses disciples, qu'en dehors de celle-ci (4). » C'est sévère, mais c'est juste.

Baer, médecin en chef de la prison de Plotzensee, près de Berlin, qui a fait du criminel une étude approfondie, consignée dans son livre : *Der Verbrecher in anthropo-*

(1) *Le Crime*, p. 308.

(2) REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES, tome XXVIII, 1890, pp. 152 et 401.

(3) X. Francotte, *L'anthropologie criminelle*. Paris, J. B. Baillière et fils, 1891.

(4) *Études sur le cerveau*, p. 32.

logischer Beziehung (1), s'exprime comme suit : « Nous n'allons certainement pas trop loin en niant complètement l'existence d'un type criminel au point de vue anthropologique. Il manque à cette notion du type criminel tout fondement de preuve scientifique. »

Au Congrès d'anthropologie criminelle tenu à Bruxelles en 1892, Lombroso et ses partisans s'abstinrent de paraître. Manouvrier, Houzé, Warnots attaquèrent vivement le type criminel-né : il ne se trouva personne pour le défendre (2).

C'est en vain que, par un sentiment de patriotisme qui se comprend, le ministre d'Italie protesta que l'École italienne n'était pas morte, mais vivante et jeune. Il apparaissait à tous que la doctrine du criminel-né était solennellement et définitivement répudiée par le monde savant.

En 1896, au Congrès de Genève, Lombroso a essayé de prendre sa revanche, mais il n'y a point réussi. Naecke (3), un aliéniste allemand très distingué, a affirmé que ses propres recherches ne lui ont jamais permis d'observer le type criminel, et que toutes les anomalies présentées par les criminels se retrouvent chez les aliénés. Quant à l'atavisme et à l'assimilation du criminel et de l'épileptique, ce sont là, a-t-il ajouté, des idées presque surannées.

Cette opinion de Naecke est celle de tous ceux qui, sans parti pris, ont soumis les idées de Lombroso à l'épreuve de la critique. On peut dire que ces idées n'ont plus place dans la science.

Lombroso n'en continue pas moins à les défendre avec conviction, avec acharnement. Il a publié l'an dernier un livre intitulé *Le Crime*, où il envisage ce dernier particulièrement au point de vue de ses causes et de ses

(1) Leipzig, 1893.
(2) *Actes du Congrès d'anthrop. crimin.* Bruxelles, 1893, p. 470
(3) *Actes du Congrès d'anthropologie criminelle.* Genève, 1896, p. 260.

remèdes et où il consigne en manière d'appendice, les prétendus progrès de l'anthropologie criminelle — il veut dire « de sa théorie » — pendant les années 1895 à 1898.

Il ne peut être question de faire l'analyse complète de ce livre où fourmillent les idées originales, où sont proposées les réformes les plus hardies, les plus variées. J'en veux seulement détacher quelques parties pour faire apprécier la méthode de l'auteur, la valeur scientifique de ses idées, le caractère des réformes qu'il préconise.

Près de la moitié du nouveau livre de Lombroso est consacrée à l'étude des causes du crime :

Felix qui potuit rerum cognoscere causas.

Heureux celui qui arriverait à connaître la raison des choses, car cette connaissance est entourée de bien grandes difficultés !

C'est surtout le cas pour les actes humains dont la genèse est le plus souvent si obscure, si complexe.

Rechercher successivement l'influence des différents facteurs imaginables sur la production du crime en se servant de la statistique, c'est un procédé fort incertain, fort périlleux. Supposez qu'il me prenne fantaisie de déterminer l'influence du café sur la criminalité. Je constaterais, par exemple, que parmi les criminels il y a une proportion de 80 p. c. d'individus faisant une large consommation de café. Ne serais-je point parfaitement ridicule de soutenir que l'usage du café pousse au crime ?

Si, de plus, je trouvais que parmi les individus honnêtes, c'est-à-dire réputés tels, la proportion des grands buveurs de café n'est que de 50 p. c., ma conclusion ne resterait-elle pas tout de même des plus fantaisistes ?

Il se peut d'abord que les proportions constatées soient tout à fait fortuites et qu'en réalité, il n'y ait aucune relation ni directe, ni indirecte entre la criminalité et l'usage du café.

Mais il serait possible qu'il existât un rapport indirect : il se trouvera, par exemple, que l'usage du café est plus répandu dans telle classe d'individus, dans la classe indigente, je suppose, plus que dans la classe riche. Si les grands buveurs de café fournissent un contingent plus fort de criminels, ce n'est pas parce qu'ils usent largement du café ; ce pourrait être parce que la condition à laquelle ils appartiennent, les prédispose au crime.

C'est ce procédé très incertain que Lombroso a suivi dans ses recherches étiologiques. Je sais bien qu'il est difficile d'en appliquer un autre ; mais je lui reproche d'attacher trop d'importance aux conclusions qu'il en tire et de ne pas éviter toujours les contradictions. Il étudie, entre autres, l'influence du tabac sur la criminalité (1). Il rapporte les constatations de Venturi, d'après lesquelles les criminels offrent un plus grand nombre de priseurs, non seulement que les normaux, mais aussi que les aliénés (criminels : 45,8 p. c. ; aliénés : 25,88 p. c. ; normaux : 14,32 p. c.).

D'après le même auteur, les prostituées de Vérone et de Capoue prisent presque toutes du tabac, et celles qui ne prisent pas fument. De plus, Lombroso rapporte les observations de Marambat : celui-ci affirme que la passion de l'enfant pour le tabac l'entraîne à la paresse, à l'ivrognerie et ensuite au crime. Sur 603 criminels de 8 à 15 ans, 51 p. c. avaient l'habitude du tabac avant leur détention ; sur 103 jeunes hommes de 16 à 20 ans, cette proportion est de 84 p. c. ; sur 850 hommes mûrs, 78 p. c. avaient contracté cette habitude avant 20 ans.

« On voit donc clairement, dit Lombroso, qu'il y a un rapport étiologique entre le tabac et le crime. » Cela ne me paraît point clair du tout. Du reste, Lombroso ajoute que dans les pays où la consommation du tabac est la plus forte, il y a une moindre criminalité.

(1) *Le Crime*, p. 120.

Ce fait n'ébranle pourtant pas sa conviction. Il cherche à l'expliquer. Il prétend que les peuples où la consommation du tabac est la plus forte sont les plus civilisés, et que par le fait de cette civilisation supérieure, ils échappent en partie à l'influence néfaste du tabac. Mais cette explication n'est nullement satisfaisante. D'abord, de quel droit Lombroso affirme-t-il que le Danemark est plus civilisé que la Suisse, que l'Italie l'est moins que la Hollande ?

Et puis, est-il vrai que la civilisation diminue la criminalité ? Je le demande à Lombroso lui-même et voici ce qu'il répond : « Que la civilisation ne puisse faire autre chose que changer le caractère et peut-être augmenter le nombre des crimes, c'est un fait que l'on comprend aisément, quelque pénible qu'il soit de l'avouer, quand on a vu combien est plus utile à l'attaque qu'à la défense, le progrès de l'instruction (1). »

Dans la préface à son ouvrage, *L'Homme criminel*, Lombroso insiste avec raison sur l'importance d'une observation rigoureuse et précise : « C'est en laissant de côté l'à peu près, dit-il fort justement, en précisant tout ce que l'on peut préciser, c'est par le triomphe du nombre et du mètre que notre ère scientifique a surpassé les précédentes (2). »

Mais il ne faut pas se laisser tromper par des apparences. Mieux vaut se contenter de l'à peu près, de la simple impression que de recourir à des chiffres fournis par des méthodes incertaines ou vicieuses. De pareils chiffres sont un trompe-l'œil. Prenons comme exemple l'appréciation de la sensibilité douloureuse. Nous avons vu que Lombroso attache une grande importance à la diminution de cette sensibilité comme caractère du type criminel.

Au lieu de se borner à l'exploration au moyen d'une simple épingle ou d'une pince et de noter seulement

(1) *Le Crime*, p. 64.
(2) P. XXXV.

grosso modo si la sensibilité est obtuse, normale ou exagérée, il paraîtra plus rigoureux, plus scientifique de se servir d'un appareil spécial — un algomètre ou algésimètre — et de déterminer en chiffres le degré de la sensibilité douloureuse. Nous avons d'abord l'embarras du choix ; car il y a une foule d'algésimètres de toutes espèces. En voici un qui est basé sur l'emploi de la piqûre : une pointe fait saillie, grâce à un ressort et vient frapper la peau : on peut augmenter ou diminuer la partie pointue faisant saillie sous l'action du ressort.

Plus la sensibilité douloureuse sera délicate, et moins devra être grande la partie saillante capable de provoquer la douleur. Pour déterminer le degré de la sensibilité à la douleur, il suffira donc de fixer la longueur minima de la partie saillante nécessaire pour amener de la douleur.

Mais il y a, dans cette façon de procéder, un premier défaut : en appliquant l'instrument sur la peau, on exerce une pression variable. Or, ces variations de pression déterminent des variations de l'irrigation sanguine qui elles-mêmes doivent entraîner des variations de la sensibilité douloureuse.

Afin d'obvier à cet inconvénient, Bechterew a interposé un dynamomètre qui permet de s'assurer, quand on applique l'instrument, que l'on n'exerce aucune pression ou que l'on exerce une pression toujours la même.

Il reste néanmoins une foule de difficultés pour l'utilisation de l'appareil.

Lorsque la partie découverte de la pointe métallique est réduite au minimum, en venant frapper la peau, elle ne produit plus de sensation douloureuse, mais une simple impression de contact. Or, quand on arrive à la limite, il n'est pas du tout aisé de se prononcer entre la douleur et le contact. De plus, il n'est pas indifférent de faire la détermination en réduisant progressivement la longueur de la partie découverte jusqu'à cessation de douleur, ou bien, en procédant en sens inverse. Lorsque l'on part d'une

longueur donnant une douleur manifeste, il faut souvent, avant d'arriver au minimum de longueur produisant encore la douleur, multiplier les épreuves : il en résulte que le point exploré finit par être plus ou moins irrité et devient plus sensible.

Notons encore que la sensibilité cutanée varie non seulement d'une région à l'autre, mais encore dans les différents points d'une même région : tel point perçoit la douleur, tel autre la chaleur, tel autre le contact.

Du reste, comment affirmer que tel degré de sensibilité douloureuse est physiologique, tel autre inférieur ou supérieur à la normale ? On ne possède pas encore les chiffres de l'état normal.

Il faudrait les déterminer pour chacune des régions cutanées et même pour chaque point de la peau, en opérant sur un grand nombre d'individus et en se plaçant dans des conditions identiques.

La température, l'état de fatigue, le degré de l'attention et tant d'autres circonstances font varier les résultats. Enfin — ce qui ne serait pas une mince besogne — quand on aurait déterminé les chiffres normaux pour l'appareil de Bechterew, il faudrait les déterminer pour les autres espèces d'irritations douloureuses ; car il est établi que la sensibilité à la douleur électrique n'est pas la même que la sensibilité à la douleur mécanique (Ottolenghi), que la sensibilité à la douleur thermique n'est pas la même que la sensibilité à la douleur électrique (Sommer).

Les difficultés considérables qui se rencontrent dans la détermination rigoureuse de la sensibilité à la douleur, se présentent également lorsqu'il s'agit d'autres phénomènes, en particulier de tous ceux qui appartiennent à la sensibilité sous ses diverses formes.

Si j'ai quelque peu insisté sur ces difficultés, c'est que déjà maintes fois j'ai eu l'occasion de constater la révérence exagérée, la confiance absolue que témoignent à

l'égard des appareils scientifiques et des chiffres par eux fournis, les personnes étrangères aux sciences d'observation.

Les méthodes rigoureuses, les procédés scientifiques sont très louables ; mais il faut avant tout qu'ils soient sûrs.

Lombroso n'a généralement point ce scrupule : il est vrai qu'il pèse, qu'il mesure, qu'il prodigue les chiffres. Mais, aux yeux de ceux qui ont un peu de pratique des recherches personnelles, la plupart de ces chiffres n'inspirent point de confiance, parce qu'ils n'ont point été recueillis par des méthodes sûres, dans des conditions irréprochables.

Si les recherches scientifiques de Lombroso manquent souvent d'exactitude et d'esprit critique, ses procédés historiques sont également dénués de toute rigueur.

Il s'est efforcé de démontrer dans ses livres : *L'Homme de génie* et *Génie et Dégénérescence*, « que le génie a une source commune avec la folie morale et la criminalité dans l'épilepsie ».

Il revient sur cette thèse dans l'ouvrage que nous examinons et comme nouvelle preuve à l'appui, il invoque ce qu'il appelle le crime passionnel scientifique, c'est-à-dire le cas de savants qui « entraînés par la passion scientifique, allèrent jusqu'au meurtre pour l'assouvir (1) ».

Il en donne, entre autres, trois exemples. Voici comment il les rapporte.

« Tel serait le cas, dit-il, de Vésaille qui aurait sectionné le cœur d'une femme encore vivante pour découvrir le secret de la circulation ; tel cet autre médecin qui inocula le cancer dans les mamelles d'une femme saine afin d'en étudier la contagiosité ; tel encore, le médecin viennois qui aurait inoculé la syphilis à des aliénés, afin de savoir si elle provoquerait la paralysie progressive. »

(1) *Le Crime*, p. 569.

Ce « Vésaille » dont il parle, c'est Vésale, notre compatriote, l'illustre anatomiste.

Le fait qu'on lui impute est de pure invention. M. Burggraeve, Professeur à l'Université de Gand, l'a démontré : « Les ennemis de la gloire de Vésale ont prétendu, dit-il, qu'il accomplit son pèlerinage à la Terre Sainte afin d'échapper à une peine infamante qu'il aurait encourue parce que dans une autopsie, il aurait ouvert le corps d'un gentilhomme espagnol qui n'avait pas cessé complètement de vivre. Nous avons fait voir que cette fable absurde fut imaginée bien longtemps après la mort du grand anatomiste, en haine d'un Gouvernement qui avait assez de droits à la réprobation de la Belgique pour ne pas être chargé d'accusations mensongères (1). »

Ainsi, *une fable absurde*, voilà le premier exemple fourni par Lombroso. Dans cet exemple, on nous donne du moins, estropié à la vérité, le nom du héros. Il n'est même pas indiqué dans les deux autres ; pas la moindre pièce justificative, pas même l'indication d'un auteur, d'un ouvrage auquel on pourrait se référer. Imagine-t-on pareille méconnaissance des règles les plus élémentaires de la méthode historique !

Je suppose que le médecin viennois, dont il est question dans le troisième exemple, est celui dont les expériences ont été relatées au Congrès international de Moscou en 1897, par le Professeur von Krafft-Ebing. Ce médecin dont on n'a pas dit le nom, se décida à inoculer la syphilis à neuf paralytiques généraux.

« C'était, dit von Krafft-Ebing, le seul moyen de savoir s'il n'existait pas une syphilis latente. Il l'a fait tant à cause de l'importance du problème que parce qu'il était scientifiquement convaincu que ses malades, arrivés à une période sans espoir d'une maladie fatalement mortelle, n'en éprouveraient aucun dommage (2). »

(1) Burggraeve, *Études sur Vésale*. Préface. p. 14 et pp. 45, 48.
(2) ANNALES MÉDICO-PSYCHOLOGIQUES, 1898, 8e série, tome I, p. 1.

La conduite du médecin viennois est-elle licite ? Je n'hésite pas à répondre négativement et à m'étonner avec le Dr Christian que von Krafft-Ebing, un maître incontesté de la psychiatrie contemporaine, ait couvert ces actes de sa haute autorité, sans un mot de blâme, sans formuler la moindre réserve.

Constatons cependant que l'immoralité de ces actes n'est pas unanimement reconnue.

M. de Curel (1) a mis dans la bouche d'un des personnages de sa pièce : *La nouvelle Idole*, un plaidoyer en faveur du « crime scientifique ».

« J'ai dit — ainsi s'exprime le personnage — que s'il était permis à un général de faire massacrer des régiments entiers pour l'honneur de la patrie, c'est un préjugé de contester à un grand savant le droit de sacrifier quelques existences pour une découverte sublime, comme celle du vaccin de la rage, de la diphtérie...

» Pourquoi ne pas admettre d'autres champs de bataille que ceux où l'on meurt pour le caprice d'un prince ou l'extension d'un pays ? Pourquoi n'y aurait-il pas de glorieux carnages, d'où sortiraient vaincus les fléaux qui dépeuplent le monde ? Le petit soldat frappé d'une balle, qui râle au creux d'un sillon jusqu'à ce que les brancardiers le trouvent et l'achèvent pour le voler, souffre d'autres tortures et presque toujours pour une moins belle cause que le malade anesthésié, dont les dernières heures habilement suivies conservent à la société des millions d'individus. Oui, j'ai défendu ces idées-là et, malgré mon chagrin, je ne rétracte rien. »

Le Dr Mathot auquel j'emprunte cette citation, montre que M. de Curel a eu dans le marquis de Sade, un précurseur ; l'expérimentation sur le vivant se trouve défendue dans le livre de cet auteur : *Justine ou les malheurs de la vertu.*

(1) Cité par le Dr Mathot : *Le marquis de Sade, précurseur de M. de Curel.* LA CHRONIQUE MÉDICALE, 6e année, p. 427.

Le Dr Mathot épouse catégoriquement la manière de voir de M. de Curel et du marquis de Sade : « La lutte entre les deux doctrines du respect de la vie et du sacrifice de la vie, dans un but d'expérimentation scientifique, n'est si vive qu'en vertu du préjugé théologique : « Tu ne tueras pas », dit l'Évangile. La clef du problème est là. Le savant catholique est retenu dans son désir d'exploration par l'atavisme. Il est le fils de toute une lignée de chrétiens qui ont pensé avant lui qu'il était défendu de faire souffrir ou d'exposer à une mort voulue un seul de ses semblables, même quand il s'agit de découvrir le moyen d'en sauver des millions. »

Lombroso subirait donc à son insu « le préjugé catholique » ? — Non, il n'est pas besoin d'être catholique pour réprouver les pratiques dont il s'agit. A ceux qui seraient tentés de les légitimer, il suffirait de demander si, personnellement, ils voudraient se confier à un médecin disposé à en faire usage. Ils devront avouer que non ; ils devront reconnaître que ce qu'ils veulent éviter pour eux-mêmes, ils ne doivent pas le permettre à l'égard des autres.

Ce que j'ai voulu montrer, c'est que le caractère coupable des actes dont il s'agit n'est pas absolument hors de conteste et que, par conséquent, l'argument de Lombroso n'est point à l'abri de l'objection.

Mais cet argument pèche encore plus gravement : on veut nous démontrer l'affinité du criminel et de l'homme de génie. Que Vésale puisse être considéré comme un génie, j'y consens. En est-il de même pour les auteurs des deux autres crimes scientifiques ? Comment pourrions-nous le décider, puisque nous ignorons leur nom ? Le fait est que les expériences qu'ils ont instituées n'ont rien de transcendant et que ces expériences n'ont abouti à aucune découverte vraiment géniale.

Lombroso adresse au système pénal actuel des critiques multiples et sévères, et il propose toute une série de réformes.

Parmi ces critiques, il en est certainement de bien fondées et au nombre des réformes qu'il préconise, plusieurs sont déjà appliquées, certaines mériteraient de l'être. Combien d'autres sont absolument chimériques et impraticables, ne dérivent aucunement de ses théories et se heurtent à des contradictions !

L'opinion que Lombroso exprime au sujet de la peine de mort est tortueuse et embarrassée. Contrairement à l'avis de Ferri, un de ses plus brillants disciples, et de la plupart des criminalogistes de son école, il est partisan du maintien de la peine de mort. « Lorsque, dit-il, malgré la prison, la déportation, le travail forcé, ces criminels réitèrent leurs crimes et menacent pour la troisième ou quatrième fois la vie des honnêtes gens, il ne reste plus alors que l'extrême sélection douloureuse, mais certaine, de la peine de mort (1). »

Il la préconise non seulement comme mesure de défense, mais aussi comme moyen d'intimidation. « Que l'on ne vienne pas nous dire avec Ferri, que pour être pratique la peine de mort devrait être une véritable boucherie, ce qui répugne naturellement à l'esprit moderne ; maintenir la peine de mort ne veut pas dire la multiplier ; il nous suffit qu'elle reste suspendue comme l'épée de Damoclès sur la tête des plus terribles malfaiteurs lorsque, après avoir été condamnés à vie, ils ont attenté plusieurs fois à la vie d'autrui. »

La peine de mort doit être maintenue comme une menace et, le cas échéant, appliquée comme un exemple.

Que signifie dès lors cette phrase (2) du même Lombroso, où il parle dédaigneusement de « cette justice qui punit un homme moins pour la faute qu'il a commise que pour servir d'exemple aux autres » ?

Parmi les idées originales émises par Lombroso, on

(1) *Le Crime*, p. 518.
(2) *Ibid.*, p. 465.

peut signaler celle qui affirme la nécessité et l'utilité du crime.

A l'appui, il apporte une foule de considérations peut-être ingénieuses, mais dépourvues de toute force probante. Citons-en quelques-unes.

« L'homme intègre d'ailleurs, auquel l'amour de la justice et de la vérité empêcherait de dire un mensonge sans lequel on ne peut surmonter une situation difficile, amorcer des personnalités défiantes, aduler des princes ignorants pour lesquels la flatterie est la meilleure des vertus, rencontrera toujours au pouvoir des obstacles insurmontables qui lui barreront le chemin.

» Voilà donc le vice devenu presque nécessaire pour le gouvernement parlementaire, chez les peuples inférieurs comme chez les peuples civilisés (1). »

La preuve est péremptoire ! Il n'est guère possible à un homme d'État de gouverner, s'il ne commet parfois des mensonges : donc, le crime est nécessaire !

Le crime est utile. « L'usure, dit Lombroso, ne fut pas sans utilité. C'est d'elle que surgirent la bourgeoisie et les premières accumulations des capitaux qui donnèrent naissance aux entreprises les plus puissantes de l'humanité (2). »

Lombroso apporte un grand nombre d'autres considérations à l'appui de sa manière de voir : elles sont toutes de la même force.

On peut appliquer à cet ensemble de preuves ce que Toulouse a dit de celles que Lombroso a fournies en faveur de sa théorie sur le génie : « Lombroso a visé plus à la quantité qu'à la qualité (3). »

Si le crime était utile et nécessaire, la lutte contre lui serait funeste ou superflue. Lombroso pose lui-même cette

(1) *Le Crime*, p. 536.
(2) *Ibid.*, p. 537.
(3) Toulouse, *Émile Zola*. Paris, 1896, p. 21.

objection : pour l'écarter, il a tourné une phrase dont je cherche vainement la signification. « Mais, en admettant, dit-il, cette fonction temporaire (il s'agit de l'utilité du crime), s'ensuivrait-il que le but suprême auquel vise ce livre, c'est-à-dire la lutte contre le crime, soit inutile et peut-être nuisible ? »

Écoutez sa réponse : « S'il en était ainsi, je serais le premier, moi-même pour lequel la soif du bien, la haine du mal surpassent toute conviction théorique, je serais le premier à déchirer ces pages. Mais, heureusement, on peut déjà entrevoir dès à présent, une voie moins décourageante qui, sans abolir la lutte contre le crime, admettra des moyens de répression moins sévère (1). »

Verba et voces : ce n'est pas une réponse ; c'est simplement une pirouette.

Des hésitations, des contradictions se rencontrent aussi dans l'appréciation que Lombroso fait de l'adultère, de l'avortement et des mesures qu'il propose contre ces actes.

« L'adultère, dit-il, est assurément immoral et il est certain que si la loi pouvait l'empêcher en le punissant, elle serait la bienvenue (2). »

Eh bien ! alors, pourquoi le laisser impuni ? Lombroso en donne diverses raisons plus singulières les unes que les autres : « Dans ces sortes de procès, la victime est plus souvent lésée que le coupable ; il est donc inutile de recourir à la loi ; d'ailleurs, la générale et habituelle impunité rend plus cruelle la condamnation dans les cas bien rares où elle a lieu.... (3). »

L'avortement doit-il être considéré comme un crime ? « Aucun droit, répond Lombroso, n'est en définitive lésé dans l'avortement provoqué par la femme sur elle-même,

(1) *Le Crime*, p. 542.
(2) *Ibid.*, p. 508.
(3) *Ibid.*

pas même le danger qu'elle court, personne ne pouvant empêcher autrui de se faire du mal (1). »

Je ne ferai point ressortir l'immoralité de cette doctrine. Comment la concilier avec cet autre passage de Lombroso : « Les crimes les plus essentiellement féminins, tels que l'avortement, l'infanticide, l'exposition d'enfants, ont le moins besoin d'être punis, étant presque toujours dus à la suggestion de l'amant ou du mari. Il suffirait de les séparer. La peine pour la plupart de ces criminelles peut se borner à la réprimande avec liberté conditionnelle préventive (2). »

Ainsi, d'une part, on déclare que l'avortement n'a rien de criminel et, d'autre part, on le qualifie de crime et l'on réclame contre lui un châtiment, léger à la vérité.

Dans son livre *L'Homme criminel* (3), Lombroso considère comme coupable celui qui poussé par la faim s'empare du bien d'autrui pour satisfaire cette faim ; et il cite, à titre d'exemple de *Chant criminel*, la pièce suivante traduite du Sarde :

« — Dis-moi, demande Achéa au prêtre, si je n'ai rien à manger et que je trouve de quoi apaiser ma faim, puis-je prendre le bien d'autrui ?

» — Crois-moi; si tu n'as pas de quoi manger et que tu rencontres quelque chose, tu serais fou de ne pas t'en saisir.

» — Tu es de bon conseil, mais voici une difficulté ; ce que j'aurai pu prendre de la sorte, devrai-je le rendre?

» — Non. L'observation de la loi te condamnerait à un jeûne trop dur ; tu es un bien grand sot si tu ne comprends pas qu'en face de la nécessité, tous les biens appartiennent à tous. »

Et Lombroso de conclure : « Ce chant nous prouve une fois de plus que le criminel dans les pays peu civili-

(1) *Le Crime*, p. 497.
(2) *Ibid.*, p. 496.
(3) Tome I, p. 521.

sés, considère le crime comme un péché véniel qu'il est facile d'expier, que, par conséquent, la religion est pour lui moins un frein qu'un excitant. »

Il est vrai que, suivant la doctrine catholique, l'homme a un droit primordial à la vie et si cette vie est menacée faute de nourriture, le sujet peut, sans commettre de faute, s'emparer de ce qui est nécessaire à sa subsistance. Cette doctrine, qui est le bon sens et la justice mêmes, a été consacrée par un jugement récent du Tribunal de Château-Thierry, que la presse a quasi unanimement approuvé. La Commission des réformes judiciaires de la Chambre des Députés française a adopté un projet de loi sanctionnant la même doctrine : « Le cas d'extrême misère de l'auteur d'une soustraction d'un objet de première nécessité peut être considéré par les tribunaux comme un motif de non-responsabilité pénale du délinquant. » D'ailleurs, Lombroso lui-même, ayant sans doute oublié ce qu'il a écrit dans son *Homme criminel*, déclare dans son récent ouvrage que « le vol de comestibles par les affamés est un délit vraiment occasionnel qui exclut toute peine (1) ». C'est donc, à ses yeux, tout au plus un péché véniel.

Lombroso célèbre naturellement les grands avantages de sa doctrine : elle permet notamment de sauver, ou du moins, de réhabiliter des innocents condamnés ou accusés. Les faits qu'il cite à l'appui sont tout bonnement grotesques. En voici un spécimen (2). « Un certain Rossoto Giacinto, à la suite d'une série de faux indices et d'une lettre reçue de son beau-frère, qui le priait de faire un faux témoignage, fut condamné en 1866 au bagne perpétuel pour vol de grand chemin.

» Examinant cet homme devant les étudiants, je consta-

(1) *Le Crime*, p. 505.
(2) *Ibid.*, p. 532.

tais à ma grande surprise que c'était le type le plus normal que j'eusse jamais eu entre les mains. » Ainsi, entendez bien, ce n'était pas seulement un individu normal, c'était le plus normal des normaux. Lombroso nous donne sa taille, son poids, sa capacité crânienne, sa sensibilité, etc., et il ajoute : « Il présentait l'état d'esprit commun à la plupart des hommes moyens ; il aimait le travail, qui avait été pendant ses longues années de captivité, sa seule consolation ; sa conduite avait toujours été exemplaire ; même en prison, il n'avait d'autre chagrin que celui de son injuste condamnation et de la privation de sa famille.

» Tandis que je l'examinais, ne sachant encore rien de ses antécédents, je dis aux étudiants : « Si cet homme » n'avait pas été condamné à vie, il représenterait pour » moi le véritable type de l'homme moyen honnête. »

» Ce fut alors que ce malheureux, avec une tranquille réaction, répondit : « Mais, je suis honnête et je puis le » démontrer. »

» Et il mit à ma disposition de nombreux documents prouvant sa parfaite honorabilité, tels que déclarations au lit de mort des véritables auteurs du crime dont il était imputé, qui excluaient devant le juge de paix toute complicité de sa part ; et attestations des directeurs de la prison, etc. Ses voisins auprès desquels je m'informais après mon étude, le déclarèrent un parfait honnête homme. »

Une théorie qui permet de pareilles découvertes est certainement merveilleuse ! Il est vrai que ce n'est pas l'anthropologie criminelle qui a démontré l'innocence du condamné : elle a peut-être permis de la soupçonner.

Mais c'est le condamné lui-même qui l'a prouvée par des documents de toutes sortes ; ce sont les voisins qui affirment sa parfaite honorabilité ! Le condamné fut-il réhabilité ? On a négligé de nous le dire. Peut-être que les juges, moins confiants dans la théorie de l'homme

criminel, examinant de plus près les documents produits et les dires des voisins, n'ont pas été aussi facilement convaincus que Lombroso.

Les derniers mots du livre de l'auteur italien affirment, sans restriction d'aucune sorte, l'inutilité des peines (1). Lombroso la déduit du fait suivant : « Le juge Paul d'Enjoï se trouvant parmi les Moïs, peuple de l'Indo-Chine, dut instruire un procès pour assassinat. On arrêta deux indigènes grands et forts comme des géants, ayant la barbe inculte, les cheveux longs, les ongles en griffe. Invités par l'interprète à saluer, selon la mode orientale, le mandarin qui les interrogeait, les Moïs répondirent que jamais un homme ne doit se prosterner devant un autre homme. Ils confessèrent ensuite sans restriction, leur crime avec une grande naïveté, s'étonnant que l'on pût le leur reprocher. « Celui qui tue, peut tuer puisque, en effet, il tue », répétaient-ils toujours avec une logique juste chez les sauvages et atavique chez les criminels-nés ; et aucune bonne raison ne put modifier leur raisonnement. Lorsqu'on leur expliqua que la détention dans laquelle on les tenait était le commencement de leur châtiment, ils répondirent en battant des mains : « Mais, nous n'avons jamais été aussi bien qu'à présent ! Aucun de nos chefs ne pourrait avoir un palais plus beau que cette prison où l'on mange sans travailler. Pour pouvoir y rester, nous sommes prêts même à tuer quelque autre homme. »

Conclure de ce fait à l'inutilité des peines n'est d'une logique ni juste, ni même atavique. Tout ce que l'on peut en déduire, c'est que *certains* individus sont insensibles à *certaines* peines.

Si les peines sont inutiles, pourquoi Lombroso s'ingénie-t-il à modifier celles qui sont en vigueur et à en proposer d'autres ?

(1) *Le Crime*, p. 373.

Ces quelques extraits suffisent, je pense, pour caractériser la méthode de Lombroso, méthode essentiellement défectueuse, dépourvue de sens critique véritable, d'esprit scientifique rigoureux.

J'ai pensé qu'il n'était pas sans utilité de le démontrer : la réputation de Lombroso a été surfaite et, en dehors des spécialistes qui ont étudié ses œuvres et qui sont à même d'en apprécier la valeur, beaucoup continuent à le considérer comme un des représentants de la science psychiatrique et anthropologique contemporaine.

Du reste, il ne faut pas méconnaître les qualités de l'auteur italien. Si son jugement n'a point de sûreté, son imagination est vive, son esprit est fécond en idées originales.

Les théories qu'il a défendues ne peuvent pas être admises : cependant, ses travaux n'ont point été inutiles. Il a donné une vive impulsion à l'étude concrète du crime et du criminel ; il a provoqué, surtout dans le monde des juristes, un mouvement salutaire en faveur de la psychiatrie médico-légale et il aura préparé et contribué à réaliser d'utiles réformes dans le système pénal.

Xavier Francotte,
Professeur à l'Université de Liége.

L'HOMME ANIMAL ET L'HOMME SOCIAL

D'APRÈS M. PAUL TOPINARD

Il a été analysé et apprécié ici même (1), comme d'ailleurs dans d'autres publications, un récent ouvrage de M. Ernest Haeckel (2), le professeur matérialiste d'Iéna ; ouvrage tapageur où l'auteur cherche à en imposer à la foule par l'audace de ses paradoxes et par l'éclat de ses affirmations que n'appuie aucune preuve sérieuse.

Nous avons aujourd'hui à apprécier un ouvrage d'un savant français tendant à peu près au même but, quoique conçu en un plan plus vaste, et présenté dans un esprit un peu différent. Généralement parlant, le savant anthropologiste qui en est l'auteur n'est point violent ; sa sincérité et sa bonne foi paraissent entières, et son attitude envers ceux qui combattent ou ne partagent pas ses préjugés et ses erreurs est d'ordinaire assez correcte. Ce sont là des qualités qui donnent à la discussion plus de facilité et peuvent la rendre plus profitable.

Le titre que M. Paul Topinard a donné à son livre est celui-ci : *Science et Foi. L'Anthropologie et la science sociale* (3). Par sa première partie, ce titre indique une étude comparée. En fait, dès les premières lignes, comme au surplus dans celles par lesquelles se termine l'ouvrage,

(1) R. P. Fr. Dierckx, *L'origine de l'homme d'après Ernest Haeckel*, in Rev. des Quest. scient., 20 avril 1900.

(2) *Etat actuel de nos connaissances sur l'origine de l'homme*, trad. par L. Laloy.

(3) Un vol. in-8° de x-578 pages, tables comprises ; 1900. Paris, Masson.

l'auteur signale quelques discussions que jadis il engagea sur ce sujet avec le regretté et savant Père Didon. Il nous paraît même nécessaire, pour permettre au lecteur de se rendre un compte exact de l'état d'esprit du savant anthropologiste, de reproduire *in extenso* sa conclusion finale.

" Autant nous avons parlé de Science, lit-on à la page 551, autant nous avons été réservé sur la Foi (1). Science et Foi sont deux termes qui s'excluent. La Science, c'est ouvrir les yeux le plus largement possible, chercher et finalement savoir ; la Foi, c'est fermer systématiquement les yeux et croire. La Science, c'est ne considérer les choses qu'objectivement, recueillir des observations *perpendendae et numerandae*, ne pas dépasser les généralisations et les inductions qu'elles comportent, éliminer le sentiment et les *à priori*, ne procéder qu'*à posteriori* par la raison et s'arrêter court lorsque les faits vous abandonnent en se réfugiant dans l'agnosticisme. La Foi est personnelle, subjective, relève de la sensibilité et de l'imagination telles que l'hérédité et l'éducation les ont constituées chez chacun, ou bien n'est qu'un acte d'obéissance aveugle. Les orateurs sacrés comme l'éminent Dominicain, le R. P. Didon, qui prétendent concilier les vérités établies par la Science et les croyances révélées par la Foi, ne font qu'ébranler celle-ci. Une Foi qui se discute, que l'on montre être conforme aux faits, cesse d'être une Foi.

On peut parfaitement soutenir qu'il y a des articles de Foi nécessaires, aujourd'hui encore, au bonheur de l'humanité. Nous acceptons volontiers que certains de nos principes sociaux doivent passer à l'état de dogmes. On peut soutenir que certaines doctrines philosophiques sont plus particulièrement capables d'étayer ces articles. Nous admirons les sages qui se donnent pour tâche de propager ces doctrines. Mais à une condition : c'est qu'il n'y ait aucun malentendu sur les motifs de

(1) Point toujours si « réservé » notre auteur, quand il représente par exemple l'Église comme ayant abouti, après la chute de l'Empire romain, « à un despotisme effroyable qui dura des siècles jusqu'au schisme de Luther, opéré au nom du *droit* d'examen, etc. » (p. 258). C'est là un jugement aussi violent qu'injuste et faux, et qui prouve que l'auteur n'a étudié l'histoire de l'Église que chez ses plus passionnés adversaires. Ce n'est pas là, assurément, l'appréciation d'un esprit impartial et indépendant ; et sur ce point on aurait pu espérer, chez M. Topinard, moins de passion et plus de justice.

nos concessions. Nous sommes en matière sociale *utilitaire*. La Science et la Foi sont antagonistes, ce sont deux pôles contraires. »

Nous aurons évidemment à revenir sur cette suite d'assertions et à les discuter une à une. Mais dès à présent une première remarque s'impose. Puisque M. Topinard établit, sinon dans les détails de son ouvrage, du moins dans son esprit général et son ensemble, un parallèle, une vue comparée entre la Science et la Foi, et puisqu'il personnifie en quelque sorte la cause de celle-ci dans le philosophe et le théologien qu'était feu le P. Didon, on peut tout d'abord se demander si, de part et d'autre, la compétence est égale ; si pour qualifier, spécifier, définir la Foi et les choses de la Foi, M. Paul Topinard s'est, au préalable, suffisamment renseigné, et s'il est bien sûr d'avoir une connaissance, je ne dirai pas approfondie, mais simplement élémentaire de ce dont il parle.

Il est assurément permis de ne point partager toutes les opinions de l'illustre Dominicain en des matières aussi contingentes, par exemple, que la pédagogie et la politique. Mais en matière de science de la « Foi », ce qui implique *philosophie* et *théologie*, on conviendra qu'un Religieux d'une valeur intellectuelle incontestée et dont toute la carrière sacerdotale a été employée à étudier, approfondir et exposer ces deux branches de la connaissance, fasse autorité avant les assertions tranchantes et gratuites d'un savant qui, quelle que soit l'étendue de son savoir spécial, ignore la seconde, et n'a acquis sur la première une certaine érudition, qu'avec l'esprit systématique et dans les vues intéressées ou préconçues des auteurs de seconde main, ou tout au moins d'une seule école, qu'il a consultés (1).

(1) Comme en fait foi le chapitre ou paragraphe de sa troisième Partie dans lequel il refait à sa façon, sous le titre de *Philosophie*, l'histoire de la philosophie et du christianisme.

Ces remarques préliminaires posées, nous allons tâcher d'analyser rapidement mais consciencieusement les parties plus particulièrement scientifiques de M. Topinard ; après quoi, nous les discuterons.

I

L'ANIMALITÉ ABSOLUE DE L'HOMME

L'ouvrage comprend quatre parties, fort inégales quant au nombre des pages, mais non quant à l'importance des sujets : 1° *L'Homme animal* ; 2° *Introduction à l'étude de l'Homme social* ; 3° *L'Homme social* ; 4° enfin, *La Science sociale*.

L'idée première, essentielle, la base sur laquelle est édifiée toute la théorie de l'auteur, est avant tout un *à priori*, ou plutôt une série de ces *à priori* signalés par lui comme incompatibles avec toute science digne de ce nom (1). Cette idée première, cet *apriorisme*, c'est l'hypothèse transformiste, ou *évolutionniste* (pour employer le vocable moins précis qui semble avoir prévalu), non pas sous la forme réservée et les limites dans lesquelles doit se renfermer toute hypothèse scientifique digne de ce nom, mais au contraire dans tout ce qu'elle a de plus hasardé, de plus universel, de plus absolu, c'est-à-dire la vie naissant spontanément du règne inorganique et la

(1) Si l'on voulait déjà chicaner l'auteur sur ce point de détail, on pourrait lui opposer les sciences de déduction, le vaste ensemble des sciences mathématiques par exemple, qui reposent tout entières sur un petit nombre d'*axiomes*, c'est-à-dire de propositions intuitives qui sont évidentes par elles-mêmes et comme telles s'imposent à l'esprit. La logique elle-même sans laquelle aucune science, même de pure observation, ne saurait s'édifier, repose sur certains *à priori*, tels que les principes d'identité et de contradiction, ou que cette proposition : « Pas d'effet sans causes, etc. » Il est prudent, surtout quand on émet des aphorismes ayant la prétention de s'imposer, de ne pas généraliser outre mesure les données sur lesquelles on a l'intention de s'appuyer.

nature humaine n'étant autre que la nature animale un peu plus développée. Pour lui le monisme haeckelien, dans son principe tout au moins, sinon dans tout le détail des applications, semble au-dessus de toute contestation. S'il ne le pose pas explicitement, c'est sans doute que pour lui c'est chose acceptée sans réplique possible, une base scientifique désormais acquise.

Il s'agit donc d'abord d'envisager l'homme en tant qu'animal avant de l'étudier comme être social, ce qui est compris dans la science de l'Anthropologie. Car celle-ci, « entendue dans son sens large, dit avec raison d'ailleurs notre auteur, comprend tout ce que comporte l'étude de l'homme à tous les points de vue ». Nous verrons dans la suite de cette étude, qu'il est un de ces points de vue, et non le moindre, qu'il veut absolument ignorer.

Donc, pour M. Topinard, l'homme est un animal et n'est qu'un animal, et le véritable anthropologiste n'est qu'un naturaliste ; car l'Anthropologie, entendue au sens restreint, « embrasse tout ce que comporte l'histoire naturelle d'un animal quelconque et n'a de particulier que l'étendue excessive que prennent certains de ses chapitres », comme ceux qui traitent des connaissances propres au médecin, ou qui appartiennent au domaine spécial de l'Anthropologie, telles que l'étude des races, et celle de l'espèce humaine avec ses caractères particuliers et sa place dans la classification zoologique.

C'est ce dernier côté de la question qu'envisage d'abord notre auteur ; et, s'occupant d'établir la place de l'animal Homme dans la classification des animaux, il explique comment et pourquoi l'Homme est d'abord un Vertébré, puis un Mammifère, puis un Primate, en établissant les points de comparaison avec les caractères communs à l'Embranchement, à la Classe et à l'Ordre. Dans ce dernier, qui comprend les Lémuriens et les diverses familles de Singes, il s'agit de savoir quel rang l'Homme occupe parmi eux. On y parvient en tenant compte des diffé-

rences morphologiques, anatomiques et de genre de vie qui les séparent. Il y a, à cette occasion et au point de vue morphologique et anatomique, une suite de descriptions sommaires mais assez remarquables, précisément parce qu'elles sont sommaires, l'auteur ayant su, tout en se montrant concis, être cependant complet. On aime à relever, à propos de la forme des organes, des réflexions comme celle-ci :

« On a dit que l'homme seul possède une main véritable et que, grâce à elle, il peut seul fabriquer des outils. C'est une erreur. Ce qui a permis à nos ancêtres préhistoriques de fabriquer les haches de Saint-Acheul, puis de découvrir le clivage par contre-coup et le retouchage, c'est moins la main que l'intelligence qui la guide (p. 15). »

On ne saurait mieux dire. De même, à propos des caractères craniologiques, M. Topinard constate que, à côté des types Lémurien et Singe (Anthropoïdes compris), il existe un troisième type *sui generis*, le type Homme, lequel est seul dans sa famille et dans son genre et qui, par là, se trouve séparé, « par un abîme que rien ne comble », de tous les Singes.

L'Homme forme ainsi, dans l'ordre des Primates, un premier sous-ordre, les *Hominiens* (sic), le surplus de l'ordre contenant un deuxième et un troisième sous-ordre, savoir : celui des Singes qui se partage en quatre familles et enfin, au degré inférieur, celui des Lémuriens.

Malgré l'abîme « que rien ne comble » qui sépare l'Homme de tous les Singes, comme la distance la plus faible entre lui et eux est entre lui et les Anthropoïdes ; comme, d'autre part, il est admis qu'une forme animale a plus de « probabilité » de dériver de celle qui en est le plus rapprochée, « nous devons conclure que l'Homme est descendu de ceux-ci, *non de ceux que nous connaissons, mais d'un type analogue* » (p. 20).

Pour quel motif est-ce « non de ceux que nous connais-

sons, mais d'un type analogue » ? L'auteur ne nous le dit pas explicitement ; mais de ses études sur la dentition des Primates, il « conclurait volontiers », ... « 3° que le type des Pithéciens a engendré le type commun des Anthropoïdes et de l'Homme ». Et il ajoute immédiatement :

« En tout cas *il est absolument certain* (sic) que l'Homme descend des Primates qui l'ont précédé, et que l'Homme que nous connaissons ressemble aux Anthropoïdes plus qu'à tout autre Singe (p. 21). »

Mais il faut de plus tenir compte des caractères physiologiques et « psychologiques » communs aux animaux et à l'Homme, celui-ci ayant les mêmes fonctions à peine modifiées, les mêmes besoins, les mêmes sentiments, désirs et mobiles, les mêmes facultés quoique beaucoup plus développées ; et d'autre part les animaux révélant les phénomènes d'attention, de curiosité, d'observation, de perception du rapport de cause à effet, la mémoire et « une foule d'idées » *(sic)* auxquelles manque seule la formule. Le sagace auteur va même jusqu'à reconnaître, chez les Singes, « l'esprit d'examen, la sympathie et l'antipathie, le besoin de parler (!), d'écouter et d'être écouté, de jouer, de vivre en société, etc. » (p. 22).

Après quoi notre savant pose, comme impliquant une réponse affirmative non douteuse, cette surprenante question, ou mieux cette série de questions :

« Y a-t-il lieu de s'étonner que l'un de ces animaux, ayant acquis, à force d'efforts, le langage articulé qui aide à fixer les souvenirs et les idées et simplifie les opérations, soit progressivement devenu plus précis dans ses raisonnements, plus réfléchi dans ses volontés, plus conscient de lui-même, plus inventif pour satisfaire ses besoins journaliers ; qu'il se soit créé des besoins propres nouveaux, psychiques même, et que peu à peu il se soit élevé jusqu'au sens esthétique, à l'esprit philosophique, à l'amour de la vérité (pp. 22-23) ? »

Tant et si bien que des caractères morphologiques comme des caractères « psychologiques » communs aux

animaux et à l'Homme, il résulte que celui-ci n'est pas un être à part dans la nature, qu'il ne diffère des animaux supérieurs que par un degré un peu plus élevé, étant parvenu à un plus haut stade d'évolution ; qu'il est un animal au même titre que tout autre Vertébré, Mammifère et Primate, rien qu'un animal, « l'animal raisonnable d'Aristote et de Linnée, l'animal fabricant d'outils de Franklin ».

L'*animal raisonnable* d'Aristote, observerons-nous, est aussi l'animal raisonnable de saint Thomas et de toute la philosophie traditionnelle, que sans doute M. Topinard ne connaît point. Il est vrai qu'Aristote, l'École scolastique et Linnée lui-même faisaient de la raison un attribut spécial de l'homme et ne l'appliquaient point aux animaux. Nous reviendrons, comme bien on pense, sur ce sujet.

Continuons notre analyse.

L'organe encéphalique par lequel l'espèce zoologique Homme ou *hominienne* se trouve avoir été si favorisée par l'évolution, offre ses premiers rudiments chez les Poissons, se développe chez les Oiseaux, se perfectionne de plus en plus chez les Mammifères, du fait de cette évolution de mieux en mieux dirigée, et prend un essor qui atteint chez l'Homme le plus haut degré de développement. Mais, ajoute l'auteur, « le lot échu à l'Homme, cette bonne chance dont l'acquisition du langage fut l'adjuvant, ne lui ôte rien de son animalité ». Suit une série d'assertions sur l'arbre des millions de fois séculaire qui a pris naissance avec les Monères, a étendu sa tige et ses branches dans toutes les directions et dont l'Homme fait partie intégrante ni plus ni moins que n'importe lequel des autres rameaux de cet arbre immense ; — sur les lois de la matière vivante, à savoir : expansion ou prolifération, variation spontanée amenant avec la loi de réaction sous les stimulants externes et internes la multiplication indéfinie des formes, loi d'adaptation des organes aux milieux

et aux conditions d'existence ; — sur le développement du Moi animal *(sic)* et de son individualité, laquelle comprend deux êtres : « l'un intelligent, qui raisonne, veut et est le fruit de sa propre éducation, l'autre qui est le produit d'habitudes prises par les ancêtres, répétées et confirmées par l'accumulation héréditaire » ; — sur le centre de réflexion chez les Vertébrés, lequel est « dans la moelle ou son prolongement intra-cérébral » (p. 27).

Notre anthropologiste termine son exposé de l'animalité de l'Homme par ce dialogue qu'il aurait eu avec un professeur d'université catholique, dont il s'abstient de donner le nom. Il s'agit du transformisme :

« — Cette doctrine ne trouble en rien, disait ce professeur, les enseignements de l'Église ; nous vous abandonnons le corps, mais laissez-nous l'âme.

» — Soit, mais comment entendez-vous l'âme ? L'acceptez-vous chez les animaux ?

» — Oui, fit le professeur, mais une âme moins développée. »

Et notre auteur d'ajouter, parlant de son interlocuteur : « C'était un homme supérieur » (p. 29).

Loin de nous la pensée de jeter le moindre doute sur la sincérité du rapporteur de cette conversation. Mais il nous est permis de penser que, sous l'empire de son idée dominante, il l'aura inconsciemment interprétée d'une manière inexacte. Il paraît bien peu vraisemblable qu'un professeur d'université catholique, qui, comme tel, ne doit point être étranger à une saine philosophie, n'ait établi qu'une différence de plus ou moins de développement entre l'âme animale et l'âme humaine. Sa dernière réponse a dû être mal comprise, comme nous l'expliquerons plus loin.

II

L'ORIGINE PROTOPLASMIQUE DU MOI ET DE LA FAMILLE

La seconde partie de l'ouvrage de M. Topinard est, comme on le sait, une *Introduction à l'étude de l'homme social*. Et cette Introduction — l'homme n'étant à ses yeux qu'un animal au même titre que n'importe quel autre Vertébré, Mammifère ou même Invertébré — c'est dans les mœurs, instincts et agissements des animaux qu'il la trouve. Beaucoup d'espèces se réunissent en des groupes qui sont des sociétés encore à l'état de nature, mais offrant l'image rudimentaire des sociétés chez l'homme, les « étapes » les plus élevées auxquelles sont parvenues les premières, les mettant à peu de distance des plus inférieures des secondes.

Ce point de départ, ce germe primordial des sociétés humaines, l'auteur en voit comme le simulacre dans le protoplasme représentant la plus simple expression de la vie, autrement dit, dans la cellule protoplasmique dont toute l'activité se réduit à ces deux termes : vivre pendant une certaine durée et se reproduire indéfiniment semblable à elle-même, n'étant guère d'ailleurs « qu'un corps inorganique jouissant de propriétés spéciales qui tiennent à sa composition » (p. 33), mais se soumettant aux excitations variées qu'il rencontre, prenant des habitudes, bref, s'adaptant aux conditions qui lui sont faites, doué, autrement dit, d' « adaptabilité ».

La force vitale que contient ce « corps inorganique » provient de l'énergie engendrée par l'oxydation du protoplasme ; son activité, cause intermittente de déperdition de cette énergie, résulte de l'excitabilité ; son intégrité, son accroissement sont le fruit du renouvellement nutritif, et quand cet accroissement a atteint une certaine limite, s'accomplit la reproduction. Celle-ci, grâce à l'adaptabi-

lité, secondée d'ailleurs par la plasticité du protoplasme, par les variations légères pouvant l'engager dans une voie quelconque, et par la transmissibilité des particularités nouvelles, fait naître des individus semblables à l'individu reproducteur tel qu'il est au moment de cette reproduction. Cette transmission par hérédité, de même que la variabilité de l'individu pendant sa vie, sont des propriétés primitives ; et d'elles résulte la plus générale des propriétés primitives, à savoir celle de se différencier et de donner des formes nouvelles de plus en plus variées, autrement dit, d'*évoluer*.

Jusqu'ici le lecteur peut se demander comment ces propriétés de la cellule protoplasmique représentent le simulacre et comme le germe primordial de l'Homme social. Nous allons y arriver.

On sait qu'aux plus bas degrés de l'échelle zoologique, les *plastides*, organismes unicellulaires, se rassemblent dans certains cas, s'associent les uns aux autres pour former des êtres complexes et dont la vie commune résulte de l'ensemble des vies partielles de chacun de ces êtres élémentaires ; lesquelles vies partielles sont comme perdues dans la vie de l'ensemble. Cette association élémentaire, c'est le *méride* (suivant l'appellation adoptée par M. Edmond Perrier) dont l'*Hydre*, polype très simple composé de cellules groupées en colonie individualisée, serait un exemple.

Quand les jeunes, issus de ce « méride », vont se fixer ailleurs, adhèrent entre eux tout en se différenciant, et se solidarisent au point de devenir un organisme unique, on a un degré de colonie déjà plus élevé et que le même savant appelle *zoïde*. Les *Vers* articulés, c'est-à-dire composés de plusieurs segments nés d'un méride initial, sont des colonies individualisées de mérides ; ce sont des zoïdes.

Mais les zoïdes, à leur tour, peuvent s'agréger les uns aux autres, subissant des adaptations soit réciproques

soit provenant des circonstances extérieures, des fusions, des atrophies, des chevauchements d'organes, d'où résultent la solidarité et l'harmonie. Ils donnent ainsi naissance à une colonie d'un degré plus élevé que les deux précédentes, dénommée *dême* par M. le professeur Perrier. Or, tous les Vertébrés et même les Invertébrés supérieurs, à partir probablement des Arthropodes ou Articulés, constituent ces colonies du troisième degré ou *dêmes*.

Une image moins indirecte et plus aisément reconnaissable de l'Homme social, nous est donnée par la « famille animale ». Mais pour bien saisir cette analogue de la famille humaine, il faut se rendre compte de l'origine et du développement du Moi *dans l'échelle zoologique* (je parle sérieusement et exprime très sincèrement la pensée même de notre auteur) jusqu'à son épanouissement dans le Moi humain (1), ainsi que de l' « Évolution de la reproduction ».

Partout où l'honorable M. Topinard discerne une apparence, si obscure soit-elle, d'intention, de mémoire ou de volonté, cela lui suffit pour attribuer une personnalité, autrement dit un Moi, à l'être qui manifeste ces phénomènes. Si, dit-il, « on reconnaît aux êtres unicellulaires la qualité d'individu, et ceci ne peut être l'objet d'aucun doute, il est difficile de leur refuser le sens correspondant. »

On voit par là que, pour notre auteur, *individu*, *indivi-*

(1) Dans la quatrième partie, et à l'occasion de ce qu'il appelle le *Moi social*, M. Topinard définit ainsi le *Moi humain* :

« Le cerveau étant considéré comme un vaste ganglion où s'élaborent les actes suscités par les impressions qui y parviennent, les sensations ou les idées qui s'y éveillent ou réveillent, le *Moi* est une des propriétés de ce ganglion analogue à d'autres qui y existent parallèlement, telles que l'irradiabilité des incitants conduisant à l'associabilité, la mémoire, l'auto-observation, le déterminisme, etc., l'une ou l'autre de ces propriétés ou facultés intervenant peu, beaucoup ou pas du tout... » (p. 452, *ad not.*).

Voilà cependant jusqu'à quel degré de non-sens et de complication incompréhensible, le parti pris, l'idée préconçue, l'apriorisme — cet apriorisme dont on se défend si fort — peuvent faire descendre un homme éclairé, intelligent, sincère et d'un savoir incontestablement varié et approfondi.

dualité, sont synonymes de *personne*, *personnalité ;* et cette confusion est une des raisons qui expliquent l'étrange application du Moi, attribut exclusif de l'être doué de raison, à l'animalité et jusque dans ses membres les plus infimes. Mais ceci est de la discussion sur laquelle notre intention n'est pas de nous étendre pour le moment.

Poursuivons.

Le Moi, chez les êtres inférieurs, est déterminé seulement par la sensibilité. Tant que l'évolution n'a pas fait progresser le système nerveux jusqu'à donner naissance aux hémisphères cérébraux — et ce progrès ne s'accomplit que dans l'embranchement des Vertébrés — le *Moi* ne s'élève pas jusqu'à la pensée. Les ganglions, la moelle remplissent les mêmes fonctions d'individualisation ; mais les animaux ganglionnaires reflètent seulement des impressions, ils ne pensent pas.

Au contraire, dès qu'apparaissent les hémisphères cérébraux qui sont « l'organe de la pensée », celle-ci apparaît elle-même. Bien rudimentaire est-elle sans doute chez les Lézards, les Crocodiles, les Poissons où elle commence à se manifester ; déjà élevée à un haut degré chez les Oiseaux et les Mammifères ; et enfin atteignant la sommité chez l'Homme, mais « toujours proportionnellement aux divers facteurs morphologiques dont elle est la résultante ».

C'est alors le « Moi central », le « Moi général », exclusivement représenté par les hémisphères, qui change quand il le veut, les volitions (1) des *Moi* ganglionnaires ou de ceux de la moelle.

De tout cela, d'après notre auteur, résulte que le *Moi* humain est le produit terminal d'une longue évolution. On y distingue quatre stades. Premièrement, celui des cellules solitaires des Protistes, où le *Moi* n'existe que

(1) L'auteur dit : *les habitudes*. Mais comme il attribue la personnalité à ces divers organes, ces « habitudes » doivent logiquement correspondre à des actes de volonté.

virtuellement ; en second lieu, les *Moi* partiels des colonies non solidarisées *(mérides)* limités aux fonctions spéciales afférentes à chacun ; troisièmement, le *Moi* siégeant à l'état diffus dans les ganglions dominateurs des colonies solidarisées et ne donnant qu'un vague sentiment de l'individualité générale *(zoïdes)* ; enfin le *Moi* des Vertébrés *(dèmes)*, cantonné dans un organe surajouté où il évolue progressivement pour finir, au sommet de l'échelle, « par être le *Moi* puissant de l'Homme », comprenant les souvenirs du passé, le sentiment de son existence corporelle, « la notion même de ses facultés et de ses opérations intellectuelles : *Cogito, ergo sum.* » (p. 48-49).

Et l'auteur d'ajouter : « Les animaux pourvus d'hémisphères seuls pensent ; l'Homme seul sait qu'il pense. » Si la première de ces deux propositions est plus que contestable, la seconde est indiscutablement vraie.

Elle signifie en réalité que l'Homme seul sait se rendre compte des phénomènes dont son âme est le siège, que seul il a pleine conscience de lui-même et que seul par conséquent il possède la véritable intelligence, la raison, laquelle ne procède ni de l'organisme ni de la sensibilité.

Oui, « l'Homme seul sait qu'il pense », parce que seul il pense véritablement en s'appuyant il est vrai sur les images formées dans le cerveau, mais pour arriver par l'abstraction et la généralisation à la notion de l'universel. L'honorable M. Topinard ne croyait pas sans doute si bien dire, lui qui ne voit, dans les phénomènes psychiques, communs croit-il à l'animalité et à l'Homme, que deux résultantes auxquelles il rattache tous les développements familiaux et sociaux de l'une et de l'autre, à savoir : « l'égoïsme » et « l'altruisme » : l'égoïsme consistant dans l'amour de soi et la recherche de ce qui regarde l'intérêt direct et bien compris de soi-même ; l'altruisme qui ne serait autre que l'attachement à autrui (dans une même espèce ou dans des espèces plus ou moins voisines) en vue de son

propre bien à soi, de la satisfaction de son intérêt indirect par l'action d'autrui ou intérêt altruiste. On voit que cet altruisme n'est autre, et notre auteur le reconnaît lui-même, qu'une forme particulière de l'égoïsme.

Sous des noms nouveaux et avec une terminologie différente, cette doctrine de l'intérêt directement ou indirectement égoïste, nous paraît n'être rien moins que nouvelle et ressembler fort à ce que fut, dans l'antiquité, celle de Démocrite et d'Épicure. Il est vrai que ces philosophes ne l'appliquaient qu'à l'Homme, tandis que notre anthropologiste en fait la loi du règne animal tout entier où, de progrès en progrès et de par la vertu de l'évolution, elle aurait abouti à l'état social de nos races civilisées.

Peu de chose à dire de l'*Évolution de la reproduction*, si ce n'est que l'auteur y trouve la localisation graduelle de la « responsabilité principale » de cette reproduction (p. 61), laquelle produit des jeunes en nombre d'autant moins grand que l'espèce, plus avancée dans la marche évolutive, est composée d'êtres plus forts, mieux conditionnés, plus parfaits.

L'auteur voit se dessiner l'organisation de la famille chez les premiers Vertébrés et étudie cette « famille animale » successivement chez les Poissons, les Reptiles, les Oiseaux et les Mammifères. Ces constitutions des « familles » se bornent, on le comprend, aux différents modes de rapprochements sexuels et de soins des jeunes jusqu'à la puberté, suivant que ces soins sont donnés par la mère ou le père seuls ou par tous deux, et aussi suivant que le mâle quitte plus ou moins promptement la femelle ou que, comme chez certains Cervidés, « il reste avec elle jusqu'à ce qu'il ait rempli tous ses devoirs » (p. 81). Au point de vue de l'attachement, de la tendresse mutuelle et du dévouement aux petits, les Oiseaux — du moins certains Oiseaux — l'emportent sur les Mammifères ; mais, plus que ces derniers, ils se séparent rapidement les

uns des autres et se deviennent réciproquement étrangers. C'est du reste la règle générale, comme le constate l'auteur : « Chez les Mammifères, dit-il, comme chez les Oiseaux, il n'y a en général entre parents et enfants, survivance d'aucun sentiment : ils ne se connaissent pas (p. 90). »

Chez les uns et chez les autres la charge d'assurer le développement des jeunes est échue à la femelle, chez qui « des impulsions organiques et psychiques se sont créées *(sic)* en vertu de l'utilité ». Si des impulsions analogues ont porté certains mâles à assumer une part du fardeau, chez la plupart des Mammifères « le mobile égoïste l'a emporté du côté du mâle sur le mobile altruiste », le mâle cherchant, dans « l'union conjugale », non plus une association altruiste en vue de la reproduction, mais la domination soit sur une seule femelle, comme chez les Carnassiers, soit, « par un écart de l'évolution », sur plusieurs comme chez les Ongulés et les Singes. En ce dernier cas, « la famille, au lieu de se limiter à une femelle et à un nombre raisonnable d'enfants que l'on peut élever et protéger, est un clan dont le mâle est le chef » (p. 92).

Ce n'est point toutefois dans ces sortes de clans que notre auteur place les tendances sociales de l'animalité, non plus que dans « l'intérêt individuel, l'égoïsme, cet « impératif catégorique » (!) qui met le *Moi* en demeure d'obéir de suite aux exigences physiques de l'organisme qu'il représente », comme il avait été d'abord porté à le croire. Car « ce n'est pas la logique qui détermine *le plus* les actes de l'animal, mais la spontanéité » (p. 127). Ces tendances à vivre en société proviennent de l'altruisme, lequel n'est autre que l'amour de soi-même par les autres, du besoin de ne pas être seul, d'avoir des compagnons, « d'échanger avec eux ses impressions », de donner et de recevoir de l'affection.

Ces sociétés animales ne doivent pas être mises sur le même pied que les colonies de *mérides* ou de *zoïdes* qui

ne sont que des *agrégations* s'accroissant par gemmation, de telle sorte que quand elles se reproduisent par séparation d'une partie, le surplus périt : les sociétés véritables d'animaux sont des *associations* d'individus séparés ; elles s'accroissent par hypergenèse de ceux-ci, se reproduisent par essaims sans que l'association mère cesse de vivre.

Si certaines lois peuvent être communes aux unes et aux autres, c'est qu'il est des lois générales de la nature qui, sauf le mode d'application, régissent également les choses physiques et biologiques « et la sociologie ».

Mais *colonies* et *sociétés* parmi les animaux sont profondément distinctes.

III

L'ÉVOLUTION ANIMALO-HUMAINE
LE « MILITARISME »
LA PHILOSOPHIE REMPLACÉE PAR LA SCIENCE

D'après le contenu des pages qui précèdent, on comprend dans quel esprit, à quel point de vue ou « sous quel angle », comme on dit aujourd'hui, M. Topinard doit considérer l'*Homme social*.

Quatre caractères distinguent, suivant lui, l'Homme de « son ancêtre » anthropoïde. Deux de ces caractères sont physiques : « l'adaptation parfaite » à la station verticale et le développement plus grand du cerveau ; les deux autres, savoir la *parole* et la *raison*, sont « PHYSIOLOGIQUES ». La raison, un caractère physiologique ! Il faut être l'honorable M. Paul Topinard pour ne pas sourciller devant un aussi étrange accouplement de mots ; et quant à la parole, si elle a un côté physiologique en tant qu'émission de sons articulés par le concours des organes vocaux, elle a, en tant qu'exprimant et communiquant des *idées*, c'est-à-dire des concepts et des perceptions de la raison,

un côté nécessairement immatériel. Ajoutons pour être juste, que notre auteur apporte un correctif à son assertion paradoxale : il n'emploie le mot *raison* que pour se conformer à l'usage (!) ; car, « au début », elle ne méritait pas ce nom.

Ce « début » c'est l'état où était l'espèce animale « au sein de laquelle l'Homme *primitif* a pris naissance ». Ce Primitif va un peu plus loin que le Singe qui se borne à casser une noix à l'aide d'un caillou ; il essaye, lui, de façonner le caillou pour le rendre plus propre à cet office. Déjà plus favorisé, il acquiert de l'expérience et en profite. Son cerveau plus développé *sécrète* sans doute une pensée un peu plus compréhensive ; il forme l'intermédiaire, la transition entre l'Anthropoïde et l'Homme préhistorique. Il est vrai qu'aucun reste, aucun fossile ne s'en retrouve ; à plus forte raison aucun descendant du Primitif n'a survécu jusqu'à nos jours, et ce que nous possédons des cinq ou sept races soi-disant primordiales ne donne que « des probabilités induites des restes maniés et remaniés, mélangés et croisés qu'il nous est permis d'étudier et d'analyser actuellement » (p. 150).

Quoi qu'il en soit, c'est dans ces descendants des races préhistoriques arrêtées dans leur développement évolutif ou, plus probablement, retombées, par une action de dégénérescence régressive, dans le primitif état et représentées par nos sauvages actuels, qu'il faut étudier, à partir des plus dégradés, l'évolution graduelle et progressive de la famille, du clan, de la tribu, de la nation ; le tout exposé avec une abondance et un réalisme de détails d'ordre matériel qui ont une part importante assurément dans les phénomènes sociaux, mais auxquels l'auteur, par le fait même de son point de départ et de sa base hypothétique, accorde une prépondérance et un rôle exclusifs, et par suite faux. Il arrive ainsi, appuyé tantôt sur la préhistoire, tantôt sur des inductions dressées par analogie avec ce qu'on observe dans le règne animal, tantôt enfin sur

l'archéologie, l'ethnographie et l'histoire, à l'état social actuel dans lequel il voit une extrême complexité, avec « la tendance à remplacer, dans l'organisation des sociétés, la méthode empirique par la méthode rationnelle reposant sur la science » (p. 171).

Mais l'évolution n'est pas toujours progressive ; elle est régressive dans beaucoup de cas, aussi bien chez l'animal parvenu à la pleine raison, c'est-à-dire chez l'Homme, que chez les animaux de stades moins avancés ; parmi eux l'auteur choisit une foule d'exemples. Mais c'est surtout dans la famille humaine qu'il relève la marche régressive, toujours en l'étudiant dans les peuplades sauvages actuellement existantes ou dans les faits de l'antiquité connus. Monogamie, polygamie, promiscuités fortuites, rien n'échappe à son examen détaillé ; et le fameux fragment de crâne de Java entrant en scène à cette occasion, l'honorable M. Topinard en conclut que nous descendons du Gibbon, « non de ceux que nous connaissons, mais de quelque autre ignoré et beaucoup plus grand » (p. 173).

Un type, non des plus dégradés, même assez élevé originairement, mais descendu à un degré cependant très inférieur par suite des rigueurs du climat subies de génération en génération depuis un nombre considérable de siècles, est celui des Esquimaux : l'auteur s'étonne que, par adaptation, et la régression continuant son œuvre, « il ne soit pas passé à l'état d'animal hibernant ».

L'examen des différents types sociaux (chasseur, pasteur, agriculteur, commercial, industriel, scientifique) conduit à la recherche des causes de l'évolution en cet ordre de phénomènes. Ces causes se résument dans le militarisme, la lutte des classes, les luttes individuelles, et dans les influences extérieures : population, milieu, circonstances, influence des personnes, de la race, des langues, des besoins — besoins physiques notamment, tels que ceux des animaux toujours pris comme base,

puisqu'ils sont nos ancêtres, mais aussi besoins intellectuels, continuant l'évolution vers des stades plus élevés.

Ainsi le point de départ du militarisme réside dans l'individu, aussi bien chez l'Homme que chez l'animal. « La seule différence » entre eux, c'est que l'animal n'attaque, ne détruit, ne se repaît de sang que par nécessité, à peu d'exceptions près, « tandis que l'Homme ne met pas de bornes à ses appétits et combat pour son seul plaisir, avec la pleine conscience de ses actes » (p. 206). Le militarisme a produit dans l'antiquité, d'abord l'esclavage, cette plaie saignante à peine fermée aujourd'hui; plus tard le servage, les invasions des Barbares en Europe, les guerres du moyen âge, les croisades. Nos États européens sont tous sortis du « cataclysme » militariste. Les monarchies absolues avec leurs cortèges de vassaux et de sous-vassaux en sont issues (p. 209) (1). Suit un tableau, fort exact du reste, des calamités qu'entraîne avec elle la guerre. L'auteur énumère aussi tous les fléaux que, d'après lui, produit « l'odieux militarisme ». Ici est méconnue une distinction essentielle dans tout jugement qui veut être équitable, à savoir celle des conséquences inévitables d'une institution nécessaire et légitime — car, ainsi que le reconnaît judicieusement M. Topinard, « une nation ne peut se laisser dévorer » — et l'*abus* qu'on peut

(1) Il y a là une erreur historique, une confusion entre les monarchies absolues et les monarchies féodales. Celles-ci n'étaient rien moins qu'absolues, ayant à compter avec les droits et les résistances des grands et petits féodataires, des communes, des corporations, etc. La monarchie, en France au moins, était si peu absolue au moyen âge que l'histoire de sa lutte contre la hiérarchie féodale n'est autre que l'histoire de la monarchie elle-même. Il est vrai que son succès dans cette lutte nécessaire ayant dépassé les justes limites, un temps est venu, préparé par Richelieu, où le roi absolu qui avait nom Louis le Grand était, en effet, entouré d'un « cortège de vassaux et de sous-vassaux », mais sans aucune action politique, le roi l'ayant accaparée toute entre ses mains, et ne constituant plus dès lors qu'un luxe d'apparat plus onéreux qu'utile. En s'affranchissant de toute résistance et de tout contrôle, le trône perdit par là-même ses appuis naturels et fut aisément renversé quand souffla la tempête révolutionnaire, laquelle n'était point « militariste ».

en faire. Or de quoi n'abuse-t-on pas, en ce monde? Il ne faut pas voir non plus dans toutes les guerres *cause* et non *effet* du militarisme, l'auteur paraît l'oublier uniquement la satisfaction de grossiers appétits. Certes, il est des guerres injustes et provoquées par de basses et sordides ambitions, notre époque en sait quelque chose; mais il s'en est rencontré plus d'une fois, dans l'histoire du monde, dont le mobile était une idée généreuse, voire un noble sentiment; et une guerre qui serait entreprise pour une cause juste, soit pour empêcher, par exemple, l'oppression d'un peuple inoffensif et faible par un peuple accapareur et fort, ne saurait être confondue avec celle-là même qu'elle aurait pour but de réprimer.

Des considérations analogues pourraient être envisagées en ce qui concerne les luttes des classes qu'examine l'auteur, et au sujet desquelles il semble d'ailleurs plus équitable et plus impartial.

Nous laisserons de côté les développements concernant l'action, sur l'évolution de l'Homme social, des circonstances extérieures et des besoins physiques, pour signaler rapidement ceux qui se rapportent aux « besoins intellectuels » et notamment à la philosophie ou, plus exactement, à ce que l'auteur comprend sous ce nom. Il estime que « la philosophie est issue, comme la religion, de la croyance au surnaturel (*sic*) de l'Homme plus ou moins primitif ». L'esprit philosophique est d'ailleurs voisin de l'esprit qui a créé les arts et les lettres « par son caractère subjectif, par son imagination, par sa ferme croyance à la réalité de ses créations » (p. 267). D'où il suit logiquement, bien que l'auteur ne le dise pas, que tout ce qui est en dehors de l'ordre matériel tombe dans le surnaturel et n'est qu'une création subjective de l'esprit humain subordonnée au tempérament, lequel vous fait matérialiste, idéaliste, rationaliste ou empirique suivant telle disposition tantôt congénitale, tantôt acquise (pp. 259-260).

La philosophie, telle du moins que l'auteur pense l'avoir suivie dans son évolution historique, « est l'opposé de la science », intervenant là où celle-ci s'abstient et répondant au besoin qu'éprouve l'Homme d'expliquer les choses qui échappent à la compréhension de son esprit. Elle n'est au surplus que « l'expression du besoin cérébral qui pousse l'Homme à faire fonctionner ses facultés intellectuelles pour le seul plaisir de les exercer », et la preuve de l'évolution qui s'est opérée à partir du sauvage le plus inférieur (p. 251). Peu à peu, elle s'aperçoit qu'il n'y a rien en dehors des faits matériels, mais ne parvient pas à secouer le joug de ses habitudes (pp. 256 et 267) ; et par son évolution décroissante, parallèle à la marche ascendante et toujours croissante des sciences, elle tend à perdre son individualité. En fait, elle n'a plus sa raison d'être aujourd'hui, au moins en tant que philosophie générale. Il n'y a plus que des philosophies particulières aux diverses sciences, des philosophies naturelles. Toutefois sur le terrain des sciences morales, la philosophie a encore un beau rôle à jouer.

Si la philosophie est ainsi traitée en elle-même, son histoire ne l'est pas mieux. Les mythologies des divers peuples de l'antiquité, au même rang et sur le même pied que le Christianisme lui-même, y figurent avec des données telles que les comprend l'auteur sur Socrate, les Sophistes, Platon, Aristote, la Scolastique du moyen âge, « ergotant sur les entités les plus subtiles » (p. 258). Les méthodes se précisent avec Bacon, Descartes ; « le nuage métaphysique qui surplombe est moins épais, il s'abaisse parfois et laisse çà et là, par instants, traverser la lumière » (p. 260). Un courant continue Descartes « avec Pascal, Bossuet, Fénelon et Malebranche en France, avec *Spinoza et Leibnitz en Angleterre* » (TEXTUEL, p. 260). Un autre courant est représenté par Bacon, Hobbes, Locke, ce dernier initiateur de la philosophie « anticléricale,

altruiste et sentimentale » du XVIIIe siècle représentée par Voltaire, Condillac, Montesquieu, Rousseau et Condorcet.

Quant à la philosophie du XIXe siècle, M. Topinard la résume tout entière, au moins en France, dans la doctrine d'Auguste Comte. A son estime, ce philosophe serait celui « dont l'influence s'est fait le plus sentir et se continue encore » (p. 264) (1).

Pour donner une idée de la manière dont notre anthropologiste comprend les auteurs et les doctrines qu'il cite, nous nous bornerons à deux exemples.

D'après lui, Aristote n'admet ni l'universel ni l'absolu, ni l'immortalité de l'âme individuelle (2).

Il conclut d'une conversation particulière qu'il a eue avec un certain M. Louis Rousselet, que le Christianisme est issu de l'Inde bouddhique pour les principes, « introduit en Judée par saint Jean-Baptiste, *le maître du Christ* » (sic), de l'Égypte pour les dogmes et les rites, et de la Grèce pour la philosophie (3).

Cette doctrine serait sans doute restée localisée dans la

(1) Pour M. Topinard et les écrivains qui ont ses préférences, comme MM. Herbert Spencer, Fouillée, Guyau, Renan, cette appréciation peut paraître exacte. Mais beaucoup d'autres pourraient à bon droit la contester.

(2) Quant à la spiritualité et à l'immortalité de l'âme, elles ressortent de toute la doctrine d'Aristote, bien qu'il n'en ait peut-être pas formulé lui-même la conclusion d'une manière suffisamment explicite. Voir à ce sujet : *Le Cerveau, l'Ame et ses facultés* de M. Albert Farges ; Paris, Letouzey et Ané, 1890, pp. 393-394 *ad notam* et l'*Appendice*, pp. 417-419. — Voir aussi l'*Histoire de la philosophie* de M. Élie Blanc, t. I, n° 129, pp. 216 et 217 *ad notam*. Cet auteur ajoute que saint Thomas, de même que M. Farges, interprète Aristote dans le sens de la spiritualité et de l'immortalité de l'âme humaine, « et s'indigne même de l'interprétation contraire ». Lyon, Emmanuel Vitte, 1896. — Dire, d'autre part, qu'Aristote n'admet pas l'existence du bien universel et de l'absolu, c'est prendre le contrepied de la doctrine du philosophe de Stagire qui définit précisément l'intelligence comme étant la connaissance de l'universel.

(3) P. 257, *ad notam*. La prétendue origine hindoue du christianisme a été mise en avant pour la première fois, croyons-nous, par M. Burnouf l'orientaliste et par M. Soury. Mais cette thèse ne supporte pas l'examen et n'est plus admise par aucun orientaliste sérieux. Quant à l'origine égyptienne des dogmes et des rites du christianisme et grecque de sa philosophie, à peine est-il besoin de donner un démenti à cette appréciation de pure fantaisie.

Judée et particulière aux Juifs si Paul, « un jeune fanatique, spontanément converti » peu après la lapidation d'Étienne, « n'eût transporté la doctrine *et la légende* (sic) chez les Gentils et ainsi fondé le Christianisme ». C'est Plotin d'Alexandrie, « le Père des pères de l'Église » qui a, le premier, distingué en Dieu trois personnes ; Philon définit celles-ci comme trois degrés inégaux, mais le Concile de Nicée, en 325, malgré les efforts d'Arius, « réforma » la Trinité en ces termes : « Un seul Dieu en trois personnes de valeur égale : le Père, qui a créé le monde *ex nihilo*, en vertu de sa propre volonté, le Fils et le Saint-Esprit. »

Et notre anthropologiste, improvisé historien de l'Église, termine son exposé par cette perle : « Le *ex nihilo* était un recul. »

Passons, pour ne pas trop allonger cette étude, sur les « besoins sensitifs », sur les évolutions de l'altruisme, de l'homme en société, de l'homme individuel, de la nature parallèlement à lui, de la « structure » de la société, etc., et bornons-nous à signaler quelques-unes des assertions dans lesquelles se complaît notre auteur.

A propos de la question de savoir si l'intelligence humaine n'a pas augmenté depuis les civilisations antiques, et si c'est seulement la somme des connaissances acquises qui s'est accrue dans une proportion d'ailleurs énorme, il raisonne ainsi :

L'intelligence est le *produit physiologique* de plusieurs facteurs *anatomiques*, notamment le volume du cerveau et les circonvolutions de son écorce. Très petit chez les premiers Mammifères, le cerveau grossit à travers les âges relativement à la masse du corps, notamment chez les Primates ; et tout à coup, « en passant des Anthropoïdes à l'Homme », il acquiert un volume presque triple, et va en croissant des races les plus inférieures aux races plus avancées en évolution. Quand, maintenu par la boîte crânienne, il ne peut plus s'accroître en volume, le

second facteur, celui des circonvolutions, entre en jeu. L'auteur toutefois ne se prononce pas sur la solution de la question ; mais ce qu'il était intéressant de noter, ce sont des assertions comme celle que l'intelligence est un produit physiologique et celles qui s'ensuivent.

En traitant de ce qu'il appelle la « structure » de la société, il rencontre le Judaïsme actuel qui constitue une individualité sociale, mais qui *n'est pas une race ;* il n'est qu'une « corporation religieuse fondée par Moïse, dispersée après la prise de Jérusalem et persistant à l'état d'infiltration au sein des sociétés » (p. 317), mais ne constituant nullement une race distincte. Et la preuve d'une assertion aussi contraire au sentiment universel ? L'opinion individuelle de l'auteur appuyée sur une conversation particulière avec Renan !

Les droits et les devoirs sont des données de convention fondées sur les nécessités sociales. Dans l'état de nature, ils n'existent pas (p. 342) (1). Le bien n'est autre chose que ce qui procure directement ou indirectement à l'Homme un plaisir ou une série de plaisirs dans l'ordre corporel ou cérébral (p. 356).

« L'Homme accepté par la philosophie classique et la religion, est en complète contradiction avec l'Homme réel enseigné par la physiologie et l'anthropologie. » La société telle qu'elle existe est en contradiction complète avec la société possible et nécessaire. L'Homme animal, tel qu'il était à l'état de nature et tel qu'il existe encore aujourd'hui, est en contradiction avec l'Homme social « tel qu'il devrait être ». « Les réalités subjectives de la science sont en contradiction avec les aspirations subjectives de l'Homme, » et « la nature se rit de nos conceptions » (p. 370).

Ces assertions et plusieurs autres du même genre sont

(1) A la page suivante, on dit au contraire qu'à l'état de nature, les droits de l'Homme sont illimités !

comme la conclusion des développements que l'auteur a donnés dans la partie de son ouvrage intitulée : *L'homme social.*

IV

L'ORGANISATION SOCIALE A BASE MATÉRIALISTE

Comme l'indique son titre, la quatrième et dernière partie de l'ouvrage de M. Topinard est un petit traité d'économie sociale. Il n'est pas nécessaire d'en parler longuement pour en faire connaître l'esprit et la base. Le lecteur est édifié à cet égard par l'analyse des trois premières parties. Toutefois, sincère dans ses déductions, ses jugements et ses théories, honnête et loyal dans ses intentions, l'auteur n'aboutit pas généralement à des conclusions subversives; et si la plupart de ses vues et de ses appréciations peuvent et doivent être contestées, il en est quelques-unes qui peuvent être acceptées.

Il envisage ici le rôle de l'État : ses fonctions essentielles et obligatoires telles que, à l'extérieur la défense militaire et économique, à l'intérieur la protection de la liberté et les services généraux ; ses fonctions facultatives dont il peut se dispenser quand des individus, associations ou corps sociaux y pourvoient, telles que l'assistance publique, le soin des infirmes, la surveillance des vagabonds, la protection de l'enfance, l'instruction primaire, l'éducation (à la façon dont peut l'entendre un philosophe matérialiste), la « transformation du *Moi animal* en *Moi social* » (chap. IV) ; l'étendue des pouvoirs de l'État qui doit se tenir aussi loin des doctrines collectivistes absorbant tout en lui que des tendances anarchistes remplaçant l'état social par l'état de nature, et qui trouve sa véritable mesure dans un sage opportunisme. Après quoi, l'auteur

émet sur le suffrage universel et l'extrême difficulté d'arriver à en faire l'expression vraie des sentiments et de la volonté d'une nation, des réflexions fort sensées, encore qu'il soit — ce qui est d'ailleurs son droit — partisan du principe même de l'institution. Nous ne le suivrons pas dans ses développements sur les grands pouvoirs de l'État, la Commune, le Département, qui se rattachent beaucoup plus à l'économie politique qu'à la science proprement dite. Mais nous rappellerons la conclusion générale de l'ouvrage dont nous avons reproduit textuellement la partie principale et essentielle au début de cette étude. Cette conclusion se résume en cette proposition finale, aussi fausse en soi que cent fois réfutée : « La Science et la Foi sont antagonistes, ce sont les deux pôles contraires » (p. 552). Quelques pages auparavant l'auteur avait affirmé que la Foi est morte (p. 488); non que cette assertion fût énoncée en matière de bravade ou de défi. Mais en se demandant, non sans une certaine anxiété, « vers quel cap la barque de l'évolution oriente sa proue », ce qui veut dire, en français ordinaire, vers quelles destinées nouvelles marchent les sociétés contemporaines, il ajoute mélancoliquement : « Jadis la Foi plaçait le bonheur au delà et non sur la terre ; on se résignait. Elle est morte. Le doute est partout et sur tout, on remet tout en cause... » En lisant ce passage, on se reporte involontairement à ces vers d'Alfred de Musset :

> D'un siècle sans espoir naît un siècle sans crainte ;
> Les comètes du nôtre ont dépeuplé les cieux (1).

Mais, par bonheur pour l'humanité, pas plus que le pessimisme du poète, n'est fondée l'assertion de l'anthropologiste. Comme l'a brillamment exposé le regretté abbé de Broglie, ce que la Foi a pu perdre comme quantité d'adhé-

(1) *Rolla*, chant Ier.

rents, en notre XIXe siècle, elle l'a gagné et au delà en qualité, en réflexion et en solidité (1).

Sans vouloir discuter ici ce sujet, nous nous bornerons, en opposition à l'affirmation de M. Topinard, à signaler deux ordres de faits : d'une part l'hostilité, la haine et l'attaque acharnées, la persécution là où elle est possible, dont la Foi est l'objet de la part de ses ennemis, car on ne s'acharne pas contre ce qui est mort ; d'autre part, le zèle aussi admirable que désintéressé de nos missionnaires, de nos moines et de nos religieuses qui sacrifient carrière, santé, la vie elle-même pour aller porter cette Foi et avec elle la civilisation à de pauvres sauvages, pour soigner et panser les blessés et les malades dans les hôpitaux et sur les champs de bataille, pour instruire les enfants du peuple quand des lois iniques n'y mettent pas obstacle ; ce n'est pas là de l'*altruisme* ou « attachement à autrui en vue de son propre bien à soi » : car les souffrances, les privations, les persécutions, la mort elle-même et parfois dans les supplices, sont tout le profit qu'ils en attendent. Il y a donc là une foi qui n'est pas morte.

V

RÉFUTATION

La foi, la science et les systèmes

Nous voilà ramenés, par ces dernières réflexions, à ce qui est à proprement parler le but de cette étude, c'est-à-dire à la réfutation des idées et des théories qui forment la substance même du travail du savant anthropologiste.

Pour suivre l'ordre adopté dans notre marche, reprenons

(1) *Le présent et l'avenir du catholicisme en France*, 1892 Paris, Plon et Nourrit.

les assertions émises par l'auteur comme conclusion générale et reproduites *in extenso* dans nos premières pages.

Science et Foi, y est-il dit, sont deux termes qui s'excluent. Et pourquoi ? Parce que la Science c'est ouvrir les yeux, chercher et finalement savoir, tandis que la Foi c'est fermer systématiquement les yeux et croire.

Il y a là presque autant d'erreurs que de mots. « Fermer systématiquement les yeux » n'a jamais été et ne sera jamais le criterium de la Foi. *Rationabile sit obsequium vestrum*, a dit saint Paul (1) ; ce qui signifie : Que votre assentiment, votre adhésion à la Foi soit fondé sur la raison. C'est sur des fondements de crédibilité que la Foi doit être assise, et ces fondements reposent sur les lumières de la raison seule. Sans doute la Foi propose un certain nombre de vérités qui surpassent notre entendement ; mais l'homme sincère et sans parti pris trouve dans sa raison même tous les éléments nécessaires pour justifier rationnellement sa croyance à ces vérités. Il y a là un *droit* d'examen (2) que non seulement la Foi ne proscrit pas, mais qu'elle requiert plutôt. Il est vrai qu'elle ne l'impose pas indistinctement à tous. L'homme qui vit du travail de ses mains, la mère de famille occupée aux soins de ses enfants et de son ménage, n'ont ni le loisir ni les moyens de philosopher sur les vérités que la Foi leur enseigne ; il leur est donc permis de les accepter de confiance, tout comme ils acceptent de confiance aussi (et bien d'autres encore avec eux) les vérités d'ordre naturel et contingent que la Science a découvertes et vulgarisées. Mais l'homme instruit, la femme lettrée qui veulent se rendre compte de leur Foi, s'assurer des bases rationnelles sur lesquelles elle repose, ont toute latitude de le faire : l'Église les y encourage et

(1) *Epist. ad Rom.*, cap. XII, v. 1.

(2) Il ne faut pas confondre le droit d'examen avec ce qu'on a très improprement appelé le *libre examen* et qui n'est en réalité que la licence d'un examen sans règle, sans limite, sans contrôle et sans méthode.

le leur conseille. Affirmer avec aplomb que « la Foi c'est fermer systématiquement les yeux », prouve qu'on ne sait ce qu'elle est et que l'on tranche sur ce que l'on ignore.

Même jugement à exprimer sur cette autre assertion que « la Foi est personnelle, subjective, relève de la sensibilité et de l'imagination,... ou bien n'est qu'un acte d'obéissance aveugle ». N'est point personnelle, ni subjective une chose commune à une multitude de personnes. Prenons comme exemple la divinité du Christ. C'est sur la foi à cette vérité que repose tout le Christianisme : toutes les communautés chrétiennes ou du moins restées chrétiennes vivent sur elle ; et cette foi serait personnelle, subjective à chacun individuellement !

La Foi, estime notre auteur, relève de la sensibilité, de l'imagination... Qu'est-ce à dire ? La Foi s'adresse à l'âme humaine tout entière, laquelle est douée non seulement de sensibilité, mais aussi de volonté et d'intelligence : par l'intelligence elle en reconnaît la base rationnelle, c'est le *rationabile ;* par la volonté elle y adhère librement, c'est l'*obsequium*. Elle accomplit ainsi un acte d'obéissance, mais d'obéissance éclairée et libre, bien loin d'être aveugle.

Non, les « orateurs sacrés », comme d'ailleurs aussi les laïques instruits, « qui prétendent concilier les vérités établies par la Science avec les croyances révélées par la Foi », n'ébranlent pas celle-ci : ils ne font que constater la réalité des choses. Et cette proposition : « Une Foi qui se discute, que l'on montre être conforme aux faits, cesse d'être une Foi », cette proposition contient une confusion et un non-sens. Une confusion, attendu que démontrer la convenance des objets de la Foi, leur non-opposition avec les faits *acquis* et *certains* de la science, c'est pratiquer avec preuves à l'appui le *rationabile obsequium ;* ce n'est pas discuter la Foi, c'est-à-dire mettre en question ses dogmes eux-mêmes. Il y a aussi un non-sens dans la proposition citée ; car il ne s'agit pas néces-

sairement de montrer que la Foi est conforme aux faits, il suffit d'établir qu'elle ne leur est point contraire et que si elle enseigne des réalités qui les dépassent et à plus forte raison ne peuvent tomber sous l'expérience, elle ne contredit jamais les faits je ne dis pas hypothétiques, mais dûment et scientifiquement constatés. Que si telle ou telle découverte de la science des assyriologues, par exemple, vient corroborer la vérité de certains textes de la Bible restés jusqu'alors improuvés, en quoi la Foi, comme le prétend M. Topinard, en serait-elle ébranlée?

La Science et la Foi ont chacune un domaine propre et distinct ; mais ces deux domaines ont parfois des frontières communes, par conséquent des points de contact. Tant que la Science ou plutôt le savant se cantonne dans son domaine sans anticiper sur le domaine voisin, aucune opposition ne se manifeste ; elle n'éclate que quand le savant cesse de faire de la science proprement dite, pour se lancer, à l'aide d'hypothèses plus ou moins risquées, en tout cas extra-scientifiques, dans un ou plusieurs systèmes philosophiques ou censés tels, qui, eux, sont en opposition directe non seulement avec les vérités de la Foi, mais même le plus souvent avec des vérités rationnelles et de sens commun.

Ce n'est pas la *Science*, en ce cas, qui est en contradiction avec la Foi, mais bien un système hypothétique, philosophique, si l'on veut, mais puisé dans l'imagination et dont aucun fait ne prouve la réalité.

Ne serait-ce pas un peu le cas de M. Topinard ? — Examinons.

Il est clair qu'à ses yeux l'univers s'est créé tout seul et que le germe tout au moins du monde inorganique existe par lui-même et de toute éternité. S'il ne le dit pas explicitement, cela ressort de tout l'ensemble de son livre ; et puisqu'il considère la proclamation de la création *ex nihilo*, comme un *recul* (p. 257), c'est donc que

pour lui la doctrine d'Épicure, de Démocrite et de Leucippe qui l'avaient probablement reçue de l'Inde (1), est une doctrine plus élevée, plus vraie par conséquent. Mais sur quelle preuve repose cette hypothèse ? Est-ce sur l'observation ? non, assurément. Sur le témoignage ? pas davantage, car personne ne pouvait en être témoin. C'est donc un pur produit de l'imagination, et nullement une base scientifique.

Voilà donc déjà un point de départ *à priori*, lequel se base sur une opinion puisée dans l'antiquité et sans aucune preuve à l'appui. Ce n'est pas là le véritable domaine de la Science.

Allons plus loin.

M. Topinard voit l'origine de la vie dans l'oxydation du protoplasme accompagnée d'excitabilité, de réflexibilité, de renouvellement nutritif, etc. (p. 33). Mais d'abord comment s'est formé le protoplasme ou plutôt *les protoplasmes*, cette « catégorie de substances répandues dans toutes les parties des organismes de tous degrés, mais n'existant isolément que dans les Monères » ?

Admettons, ce qui est fort contestable et seulement affirmé, non démontré par notre auteur, admettons que la force ou l'énergie vitale soit engendrée par l'oxydation du protoplasme. Encore faut-il que ce protoplasme existe. D'où provient-il ? Ce n'est pas répondre à cette question essentielle que de dire : « Le protoplasme n'est guère qu'un corps inorganique jouissant de propriétés spéciales tenant à sa composition ». S'il n'est *guère* qu'un corps inorganique, c'est qu'il est un peu plus apparemment, et s'il jouit de propriétés spéciales, il faudrait au moins faire connaître comment ces propriétés spéciales tiennent à sa composition.

Au fond, l'auteur s'appuie, sciemment ou non, sur la

(1) Cf. Mabilleau, *Hist. de la Philosophie atomist.*, Liv. I, *Conclusion*, pp. 48 et 49 ; 1895. Imp. nation. Paris, Alcan.

fameuse déclaration du professeur Haeckel : Les Monères primitives (autrement dit, le protoplasme élémentaire), « sont nées par génération spontanée comme les cristaux naissent dans les eaux mères. Il n'existe point, en effet, d'autre alternative pour expliquer l'origine de la vie. Qui ne croit pas à la génération spontanée admet le miracle. C'est une hypothèse nécessaire et qu'on ne saurait ruiner par des arguments *à priori* ni par des expériences de laboratoire » (1).

Réserve faite de l'acception du mot *miracle* qui est mal appliqué ici, voilà qui est caractéristique : assurément, qui ne croit pas à la génération spontanée comprise dans le sens matérialiste, admet, sinon le miracle proprement dit, du moins le préternaturel ; et le professeur d'Iéna a raison de dire qu'il n'est point d'autre alternative. Mais, nous le demandons à tout lecteur impartial, est-il possible de faire plus naïvement — nous allions dire plus cyniquement — acte de parti pris antiscientifique ? Voilà, s'il en fut jamais, un postulat posé *à priori*, à l'encontre non seulement de tout autre raisonnement de principe, mais même en opposition hautement avouée avec l'observation et l'expérience, et cela, parce que la raison corroborée par une constatation essentiellement scientifique conduit à une notion qui contrarie un système !

Et c'est là cependant, qu'il le veuille ou non, la base fondamentale des théories de M. Topinard : la vie prenant naissance, sans cause spéciale, du concours fortuit des forces inorganiques. Pour un savant qui se targue de ne procéder qu'*à posteriori* par la raison et de s'arrêter court lorsque les faits l'abandonnent (p. 551), on doit reconnaître qu'il n'est pas très conséquent avec lui-même.

Pour nous qui, sans proscrire partout et toujours le raisonnement *à priori*, entendons n'en faire usage qu'à

(1) Discours prononcé à Paris, le 29 août 1878. Cité par M. Émile Ferrière, *Le Darwinisme*, dans la *Bibliothèque* dite *utile*. Paris, Alcan.

bon escient et après avoir épuisé, là où elles sont de mise, les données de l'observation et de l'*à posteriori*, nous constatons que du monde inorganique au monde organique il y a un saut, un hiatus que nos adversaires se bornent à nier sans démonstration à l'appui de leur négation. L'être doué de vie, fût-il réduit au plus infime protoplasme, n'a pu tirer ce principe de vie du règne inorganique qui ne le possède point ; et, en ceci, le raisonnement est d'accord avec l'observation scientifique, n'en déplaise à M. Haeckel. L'évolution transformiste, si elle existe, ce qui est après tout possible, n'a pu commencer qu'à la suite d'une impulsion extérieure, venue du dehors, c'est-à-dire étrangère au monde matériel ; ceci est une conséquence rigoureuse de l'observation des faits.

Il y a plusieurs degrés dans la vie. La vie sensitive et automobile, qui est celle de l'animal, est supérieure à la vie purement végétative qui est celle de la plante. Là encore, une impulsion extérieure est nécessaire. Enfin, la vie intellectuelle, consciente et raisonnable, dont M. Topinard — par un enchaînement d'assertions qu'on aimerait à voir appuyées au moins de tentatives de preuves — s'efforce de trouver le germe dans l'animalité même la plus inférieure, la vie intellectuelle et raisonnable est supérieure à la vie végétative et sensitive, comme nous le montrerons, et ne saurait y trouver son germe. Une intervention directe et spéciale d'un pouvoir extérieur y est également requise.

Notre savant anthropologiste ne l'entend pas ainsi. Pour lui, comme il le dit dès le début, l'Homme est un animal, rien qu'un animal, dont le *Moi*, la conscience, la raison sont un peu plus développés que chez les représentants les plus élevés du sous-ordre des Singes dans l'ordre des Primates. Cela, il ne se donne pas la peine d'en tenter une démonstration ; c'est pour lui comme un dogme qu'il faut accepter sans discussion ; il ne se préoccupe pas du grand nombre d'esprits sérieux, cultivés qui

pensent autrement et pour de bonnes raisons, non seulement chez les hommes de foi, mais aussi chez nombre de philosophes rationalistes, voire parmi des hommes de science pure et non des moindres.

D'aucuns pourraient trouver que c'est là un procédé plus cavalier que scientifique.

Quoi qu'il en soit, puisque l'Homme n'est pas autre chose qu'un animal, sa place dans la classification zoologique doit être déterminée par sa conformation comparée à celle des animaux différents dont il se rapproche le plus, soit dans le sous-ordre des Singes, la famille des Anthropoïdes. Nous avons vu que, par suite de cette étude comparée, M. Topinard trouve l'organisme humain séparé du type anthropoïde par un abîme infranchissable. Mais, comme le transformisme absolu et s'étendant à tout est pour lui une base intangible, et que d'après cela il *a dû* exister un type pythécien qui *a dû* engendrer le type commun des Anthropoïdes et de l'Homme, « il est absolument certain » (p. 21) que l'Homme descend des Primates qui l'ont précédé. Et comment cela est-il certain, absolument certain ? M. Topinard l'affirme et il nous faut le croire sur parole !... Voyons, sérieusement parlant, est-ce là de la science ? Ne serait-ce pas plutôt de la fantaisie et de très arbitraire fantaisie ?

Et que penser de cette autre suite d'affirmations : qu'un de ces Primates ou Singes hypothétiques aurait acquis, à force d'efforts, le langage articulé, base de ses perfectionnements ultérieurs, adjuvant d'une bonne chance dont il aurait profité ; qu'il serait ainsi l'avant-dernière branche d'un arbre généalogique immense commençant à la Monère et finissant à l'Homme actuel ?... Autant d'assertions gratuites, extra-scientifiques. On retrouve là le système d'Haeckel présenté d'une manière moins agressive, moins passionnée, mais aussi arbitraire, aussi dénué de preuves et dont la science sérieuse fait aujourd'hui de moins en moins de cas.

Sans doute l'hypothèse évolutionniste sainement comprise et commençant seulement avec les premiers organismes ne gêne pas plus le catholique que le rationaliste spiritualiste. Mais quand notre auteur fait dire à un professeur d'université catholique (sans le nommer) que l'âme animale est seulement moins développée que l'âme humaine, il prête, involontairement sans doute, sa propre pensée à son interlocuteur. Si peu qu'on soit teinté de philosophie traditionnelle et qu'on ait observé sans idée préconçue les mœurs des bêtes, on n'ignore pas que l'âme animale est seulement végétative et sensitive, et que sa connaissance ne dépasse pas la perception sensible et concrète des objets et faits particuliers, qu'elle est empirique, comme l'a si bien montré Leibnitz (1); tandis que l'âme humaine, capable d'abstraction et de généralisation, atteint l'universel, faculté essentiellement étrangère en soi à l'ordre matériel.

M. Topinard a confondu la connaissance purement sensible, les facultés de la sensibilité organique : passions, appétits, instincts, imagination passive, mémoire sensitive, avec les facultés intellectuelles ; et c'est cette confusion, cette méprise qui, appuyée sur ses préjugés matérialistes, vicie toute sa thèse.

VI

RÉFUTATION *(suite)*

a vraie nature du Moi. Insuffisance de l'« altruisme »

Sur de telles données, quelle valeur peut avoir une *ntroduction à l'étude de l'Homme social ?* Quoi de commun entre ce groupement, d'ailleurs très incertain et quel-

(1) *Nouveaux essais sur l'entendement humain*, publiés par M. Paul net, t. Ier, p. 11.

que peu arbitraire, des organismes en cellules isolées ou *plastides*, ou associées en *mérides*, *zoïdes* et *dèmes*, et les facultés particulières qui font de l'Homme un être social? Qu'est-ce que cette prétendue famille animale reposant sur un *Moi* dont le germe devrait se trouver dans la simple plastide par cela seul que, constituant à elle seule un organisme, elle est individuelle ; qui dans les êtres un peu plus élevés commencerait à se déterminer par la sensibilité, puis s'élèverait jusqu'à la pensée dès que l'évolution aurait donné naissance, chez les Vertébrés, aux hémisphères cérébraux ?

Le *Moi*, la personnalité n'existe, ne peut exister qu'avec la conscience, et la conscience réfléchie, s'observant elle-même, la *conscience consciente*, celle qui se sait pensante et agissante ; et pour se savoir penser, pour penser en un mot, il faut pouvoir s'élever au-dessus du particulier et du concret, au-dessus des sens et des images. M. Topinard, qui accorde la pensée aux animaux, tout au moins à ceux qui sont pourvus d'hémisphères cérébraux, c'est-à-dire aux Vertébrés, et qui leur attribue le fameux enthymème de Descartes : *Je pense, donc je suis*, ne néglige-t-il pas la distinction essentielle, fondamentale, entre l'*image* et l'*idée ?* Penser, c'est, à l'aide des images particulières, s'élever par l'abstraction au général, à l'universel. Mais former ou recevoir dans les lobes ou les circonvolutions du cerveau, des images diverses, associer ces images par voie de consécution ou par la mémoire, ce n'est point là *penser* ; tout au plus cela pourrait-il s'appeler *imaginer* ; il serait plus exact de dire, si l'expression était admise, que c'est *imager*, car le mot *imaginer* suppose une faculté d'invention qui, pour s'associer à l'imagination sensitive, relève de l'intelligence.

Nous avons suffisamment démontré, soit ici soit ailleurs (1), cette différence irréductible entre la sensibilité

(1) *L'Instinct, la connaissance et la raison*, mémoire lu au Congrès

et l'intelligence, entre l'imagination et la raison, pour qu'il y ait lieu de nous y attarder aujourd'hui. Notre honorable contradicteur a comme une vague notion de cette irréductibilité, lorsqu'il s'écrie que l'Homme seul sait qu'il pense : s'il est seul à le savoir, c'est qu'il est seul à penser comme nous l'avons déjà observé.

Ne voyant rien au-dessus de la nature animale, notre anthropologiste n'est point illogique en rapportant tous les mobiles de l'activité humaine aux deux seuls facteurs qu'il appelle l'*égoïsme* et l'*altruisme*, le second ne différant du premier que quant au mode d'action. Mais pour se renfermer dans cette zone étroite, il laisse de côté un fait social considérable, il n'en tient aucun compte, c'est pour lui chose non avenue : nous voulons parler du dévouement désintéressé et de l'esprit de sacrifice raisonnés, consentis à l'avance, mûrement délibérés. Le spectacle de ces hautes vertus poussées souvent jusqu'à l'héroïsme nous est donné dans tous les temps et dans tous les pays, et c'est surtout le Christianisme qui, directement ou indirectement, en a produit ou inspiré, en produit ou en inspire tous les jours, les plus nombreux et les plus beaux exemples. De tels faits n'ont pas leur explication dans l'*altruisme*, cet égoïsme déguisé, et ce n'est point dans les instincts de l'animalité, si perfection-

scientifique international des catholiques tenu à Paris en avril 1891, section de philosophie, et reproduit par la REV. DES QUEST. SCIENT. d'octobre 1891.

Des facultés différentielles de l'Homme et des animaux, notes de psychologie comparée, dans la SCIENCE CATHOLIQUE, 15 mars 1892.

L'Homme et l'Animal, mémoire lu au Congrès scientifique international des catholiques, tenu à Bruxelles en septembre 1894, section d'anthropologie, partiellement reproduit par la REVUE THOMISTE de mai 1895.

De l'évolution progressive de la connaissance depuis les organismes primaires jusqu'à l'Homme, mémoire lu au Congrès scientifique international des catholiques tenu à Fribourg (Suisse) en août 1897, section d'anthropologie, et reproduit par la REV. DES QUEST. SCIENT. de janvier 1898.

La bête et l'Homme ou la connaissance par les sens et la connaissance par l'esprit. In-8° de 107 p. 1898. Paris, Bloud et Barral.

L'animal raisonnable et l'animal tout court, Étude de psychologie comparée. In-12 de 64 p. 1898. Paris, Bloud et Barral.

nés que, pour les besoins d'une cause, on les suppose, qu'on en trouvera jamais le point de départ.

Comment, d'ailleurs, ce que l'auteur appelle « la famille animale » pourrait-il être donné comme le type et le modèle de la famille humaine, alors que, chez les plus élevés dans l'embranchement des Vertébrés, les Oiseaux et les Mammifères, les jeunes à peine arrivés à l'âge adulte, l'auteur le constate lui-même, ne connaissent plus leurs parents et n'en sont plus connus ?

Passons sur une foule de considérations réalistes concernant les unions sexuelles ; elles n'ont de valeur que dans cette donnée aussi fausse que gratuite et qui est comme le *Credo* scientifique de M. Topinard : l'origine et la nature purement animales de l'homme. Il en est de même des sociétés et groupements constatés chez certaines espèces animales et qui, uniformes dans chaque espèce, n'offrent ni les variétés, ni la variabilité incessante des sociétés humaines.

Les caractères par lesquels l'auteur établit la différence qui sépare l'Homme des animaux les plus rapprochés de sa conformation sont exacts, mais ont, au moins quelques-uns, une nature, une origine et une portée tout autres que celles qu'il leur attribue.

Rien à opposer aux caractères physiques : station verticale parfaite et développement plus grand, tant en volume qu'en circonvolutions de l'écorce, de l'encéphale. Et quant à l'usage de la parole et à la possession de la raison, ce sont assurément deux caractères essentiellement distinctifs de l'humanité ; mais qualifier ces deux caractères de *physiologiques*, c'est vraiment compter un peu trop sur la simplicité et la crédulité du lecteur.

Parce que les instincts, la connaissance sensitive, l'imagination, les associations d'images sont plus développés chez les organismes plus parfaits que chez les organismes inférieurs, et parce que ce développement est généralement proportionnel au développement organique lui-

même, conclure que la raison et la parole articulée, qui en est la conséquence, sont des phénomènes physiologiques, c'est montrer — et cette observation ne s'adresse pas plus à l'honorable M. Topinard qu'aux autres tenants de la même école — qu'on n'a jamais réfléchi sérieusement sur le fait de l'intelligence, de la raison, des facultés intellectuelles, considérées intrinsèquement, en soi, dans leur nature. Que la bonne conformation et le bon fonctionnement des organes cérébraux, sièges des facultés sensitives, soient la *condition* nécessaire du fonctionnement chez l'Homme de l'intelligence et de la raison, personne ne le conteste aujourd'hui ; et le tort de l'école cartésienne a été de ne pas tenir suffisamment compte de ce facteur important.

Mais la condition d'un fait n'en est pas la cause, lorsque surtout ce fait revêt une nature incompatible avec la nature de cette condition. Si je vaporise de l'eau dans une chaudière ouverte, la vapeur s'échappera dans l'atmosphère sans produire de travail utile ; mais si je ferme la chaudière par un piston mobile avec soupape de dégagement, la vapeur actionnera le piston. Ici c'est la vapeur qui est *cause* et la machine qui est *condition* du travail. La machine toute seule et sans le concours de la vapeur ne produira jamais rien et la vapeur, qui a toujours existé dans l'univers, n'a produit du travail utile au gré de l'Homme que depuis la découverte de Denis Papin. Dire que la raison est un produit physiologique du cerveau, c'est comme si l'on disait que la force et le mouvement développés par une locomotive sont un produit métallurgique, parce que la locomotive est en métal.

Quant à la parole, au langage articulé, elle est l'expression des idées conçues, élaborées par l'intelligence et la raison et abstraites par elles des images formées dans le cerveau. Si l'animal ne parle pas, c'est moins par le défaut d'organes appropriés à la parole que par l'absence de pensée, par l'absence d'idée ; car le perroquet émet des sons

articulés, mais qui pour lui n'ont aucun sens et ne sont chez lui qu'un simple écho. C'est fort gratuitement que l'auteur énonce le « besoin de parler » des Singes et leur « esprit d'examen », car il n'en donne aucune preuve ; mais cela fait transition avec l'acquisition « à force d'efforts » par l'un de ces animaux du « langage articulé qui aide à fixer les souvenirs et les idées, etc. » Et c'est là l'un des plus forts arguments pour nous prouver que l'Homme n'est qu'un Singe perfectionné.

Il est vrai qu'entre l'Anthropoïde inconnu dont nous descendons, probablement un Gibbon beaucoup plus grand que le Gibbon actuel, et l'Homme préhistorique, il a existé un intermédiaire, l'Homme primitif qui toutefois n'a, au rebours de son successeur immédiat, laissé aucune trace ni aucun descendant direct. Mais comme son existence est nécessaire à la théorie, M. Topinard n'élève pas à ce sujet le moindre doute.

Si l'évolution a fait d'un Gibbon un Homme primitif, puis du Primitif l'Homme préhistorique, puis de celui-ci, à travers de lents progrès, l'Homme civilisé, elle agit aussi par régression, tendant à ramener certaines races vers l'animalité d'où elles sont sorties. Tel serait le cas des races dégradées et sauvages. Il est vraiment dommage que les Esquimaux soient restés des hommes ; car ils sont depuis nombre de générations dans les conditions extérieures qui rendent les animaux hibernants, et s'ils redevenaient des animaux hibernants, quel triomphe pour la théorie !... Seulement ils restent des êtres humains, peu développés intellectuellement il est vrai, en raison des dures conditions de leur vie matérielle, mais après tout doués d'intelligence et de raison, facultés d'ordre immatériel. Et voilà pourquoi ils ne sont pas devenus et ne deviendront jamais des « animaux », hibernants ou non.

Reviendrons-nous sur le militarisme, ne différant, chez l'Homme, du soi-disant « militarisme animal » que parce qu'il serait pire? Sur l'origine de l'esprit philosophique

comme de la religion dans une sorte de superstition intellectuelle nécessairement opposée à la science ? Sur les interprétations des anciennes philosophies et le travestissement de l'histoire et des origines du Christianisme ?

A quoi bon ? Tout l'édifice théorique de l'honorable M. Topinard repose sur une négation posée *à priori* : la négation de tout fait, de toute réalité, de toute substance qui ne tombe pas sous la perception directe des sens, restreignant arbitrairement le domaine de la raison, refusant à celle-ci tout droit d'investigation immédiate, et ne voyant dans ses actes d'observation intérieure, dans ses intuitions de l'évidence, que des créations subjectives de l'imagination. Réduisant ainsi le champ de la raison et de l'expérience ; tournant le dos de parti pris à tout un ordre de phénomènes auxquels se rattache la partie la plus noble et la plus élevée de la nature humaine ; confondant, en un même soi-disant inconnaissable, les notions naturelles de l'ordre spirituel et celles si profondément différentes de l'ordre préternaturel ; l'école à laquelle appartient notre auteur est fatalement condamnée à ne voir jamais qu'un seul côté des choses, le côté terre à terre, étroit, sans grandeur. La conduite et la direction des hommes sont ainsi réglées ou déterminées sans autres mobiles que l'intérêt égoïste soit direct, soit dépisté sous l'appellation barbare d'*altruisme*. Par là même une vaste catégorie de faits soit individuels soit sociaux, mais étrangers à l'intérêt égoïste, échappent à cette école ou sont pour elle sans aucune signification. Les vertus militaires d'abnégation, d'endurance, de dévouement, d'oubli de soi-même, du sacrifice accepté de la vie même, sont comptées pour rien, et ce qu'on appelle dédaigneusement le « militarisme » est avalé au-dessous des instincts carnassiers de la brute. De l'amour désintéressé du bien (1), du beau et du vrai,

(1) Nous avons donné plus haut la conception que M. Topinard se fait du

il ne saurait être question ; et la pensée philosophique n'est plus qu'une amusette de l'esprit humain, comme la religion un effet de la peur chez les uns, un moyen de domination chez les autres : l'action civilisatrice du Christianisme, lettre morte ; l'héroïsme des martyrs endurant les supplices et la mort pour ne pas renier leur foi, lettre morte ; les innombrables formes du dévouement non plus de l' « altruisme » mais de la *charité* désintéressée, qui se multiplient en tous temps, en tous lieux, en tous climats, lettre morte.

Comment en serait-il autrement avec cette donnée, sur laquelle l'auteur appuie et revient sans cesse et avec une prédilection qui cherche à tout propos à s'affirmer, que l'Homme n'est qu'un animal, n'a d'autres facultés que des facultés d'origine physiologique et anatomique, plus développées chez lui que chez les autres Vertébrés ? Assurément « l'Homme accepté par la philosophie classique et la religion est en complète contradiction » avec l'Homme tel que se le représente M. Topinard ; mais c'est à son honneur, et si ses aspirations prétendues « subjectives » sont en contradiction avec la science, c'est sans doute avec la science entendue dans le sens des théories de notre honorable contradicteur, mais non point avec la Science prise abstractivement et en elle-même ; et la « Nature » que l'Homme par son intelligence a su soumettre à son empire, ne « se rit » pas « de ses conceptions ».

bien : « C'est, dit-il, ce qui procure directement ou indirectement à l'individu un plaisir ou une série de plaisirs, soit corporels, soit cérébraux » (p. 354). Quant au Bien idéal, souverain, consistant dans la perfection de l'être tendant à sa véritable fin, notre auteur ne peut pas en avoir la notion, puisqu'il rapporte tout au temps, à la matière et au fini.

VII

INSUFFISANCE DE LA DOCTRINE MATÉRIALISTE MALGRÉ QUELQUES SAGES PROPOSITIONS

Il ne nous reste plus beaucoup à dire sur le nouvel ouvrage de M. Topinard, bien que nous soyons loin d'avoir signalé toutes les questions qu'il agite, tous les problèmes qu'il soulève. Mais subordonnant toujours tout à son faux point de départ, et y revenant constamment, il se place sur un terrain tel que nous ne pourrions désormais le combattre sans de perpétuelles redites.

Toutefois, comme le point de vue *utilitaire* que notre auteur déclare être le sien n'est pas faux en soi, qu'il est même bon et vrai intrinsèquement, à la condition cependant d'être complété et primé par un point de vue étranger aux visées de notre auteur, il se trouve souvent que, par la droiture naturelle de son caractère et la portée de son esprit, il est amené à rencontrer parfois la vérité; nous allons en donner quelques exemples.

Il émet ainsi une opinion fort sage en estimant, comme on a eu déjà occasion de le signaler, qu'il faut voir, dans les races sauvages de nos jours, des exemples de ce qu'il appelle l'évolution régressive, c'est-à-dire des cas de dégénérescence, plutôt que des descendants directs et inaltérés des types primitifs. Il est vrai qu'il ajoute aussitôt et, comme d'habitude, sans preuve à l'appui, cette affirmation, qu'*il est certain* que les phases de l'évolution régressive reproduisent celle de l'évolution progressive ; et cela ne laisse pas que de diminuer quelque peu la valeur de la déclaration précédente (p. 175).

Mieux fondés sont certains développements relatifs au mariage. Il combat la polygamie en montrant ses multiples inconvénients, sa non-utilité quant à l'accroissement de la population. Il veut que l'union de l'homme et de la

femme soit chose sacrée constituant un contrat indissoluble, et juge peu heureux les résultats du rétablissement du divorce (pp. 194, 196).

Plus loin il trace un tableau aussi douloureux qu'exact de la plaie qu'était l'esclavage dans l'antiquité (p. 208) ; il eût du reste fait preuve d'impartialité éclairée, en constatant que c'est à l'action lente mais continue du christianisme qu'on doit d'abord l'atténuation de cette plaie et de cette honte, puis sa disparition, et que là où elle existe encore c'est au sein de sociétés non chrétiennes.

Il ne condamne pas, pour autant, dans les sociétés civilisées, l'existence de diverses classes, pourvu, observe-t-il avec raison, qu'elles soient largement ouvertes et la conséquence de la conduite « des individus exclusivement responsables de leurs actes » (p. 215), autrement dit, des plus capables et des plus dignes dans chacune des branches de l'activité humaine. En ces conditions, les classes sociales sont, dit-il, dans la logique des choses. Excellents également sont, à son estime, les groupes ou corporations au sein des classes, à la condition d'être ouverts, sans entraves, laissant à chacun la liberté d'en faire partie ou non ; mais, fermés et tyranniques à leur intérieur, ils sont un obstacle au progrès (p. 216).

On ne peut qu'applaudir à de telles appréciations.

Notre auteur ne paraît pas féru outre mesure des fameux droits de l'homme. Il trouve que dans la pratique sociale il est inutile de parler de droits, parce que ces droits étant « à l'état de nature illimités », l'individu oublierait volontiers qu'il vit en société et serait porté à les étendre indéfiniment. Au contraire, « il faut toujours parler des devoirs » (p. 343).

On peut discuter sur la valeur théorique de ces assertions ; mais on doit reconnaître que, pratiquement, elles sont fort sages.

L'égalité sociale consistant en un nivellement absolu et universel, est traitée avec raison d'utopie irréalisable et

contre nature (p. 349), de même que cette autre prétention de régler les salaires non suivant les œuvres de chacun, mais suivant ses besoins. Pas de société possible en de telles conditions (p. 367).

L'auteur trace plus loin, à propos de l'éducation morale à donner aux jeunes enfants, une série de préceptes la plupart excellents (p. 457), et auxquels il n'y aurait que quelques retouches à apporter pour les rendre parfaitement évangéliques. Mais, soit dit en passant, s'imagine-t-on que le fameux « altruisme » animal les eût jamais inventés ?

Arrêtons ici ces quelques exemples. On en pourrait trouver d'autres. Ils prouvent que les vues pratiques de l'honorable M. Topinard valent mieux que ses théories. Celles-ci partent d'une donnée incomplète : en voulant, de parti pris, ne voir dans l'homme qu'un organisme et rien de plus, on se condamne à tout rapetisser en lui, à chercher là où elles ne sont pas les causes de sa grandeur et de sa supériorité. Quoi qu'on puisse dire et quelques systèmes que l'on puisse édifier, on n'étouffera pas ces aspirations de l'âme humaine vers quelque chose de plus vaste et de plus complet que ce monde matériel qui l'étreint, vers un bien plus réel et plus durable que de vaines jouissances corporelles ou cérébrales. Et il n'est pas sûr que plus d'un apôtre des décevantes doctrines du matérialisme ne fasse pas de temps à autre, en son for intérieur, la réflexion mélancolique qu'un poète contemporain a traduite en ces beaux vers :

> **... Malgré moi l'infini me tourmente.**
> **Je n'y saurais songer sans crainte et sans espoir ;**
> **Et, quoi qu'on en ait dit, ma raison s'épouvante**
> **De ne pas le comprendre et pourtant de le voir (1).**

JEAN D'ESTIENNE.

(1) Alfred de Musset, *L'espoir en Dieu*.

L'ORIGINE

DE

L'ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE

La nature semble se plaire à proposer des énigmes à qui veut pénétrer ses secrets. Mieux que le sphinx de la fable, elle excelle à dérouter la recherche en donnant une décevante apparence de simplicité aux côtés les plus inabordables de ses problèmes. Souvent les phénomènes les plus ordinaires et les plus frappants sont les plus difficiles à étudier directement. D'autre part, la sollicitation presque invincible de leur puissance ou de leur beauté détourne l'attention d'autres effets dus aux mêmes causes, effets moins importants à première vue, mais dont la simplicité relative est plus susceptible de livrer la clef de leurs mystérieuses origines.

Dans l'histoire des sciences physiques, il n'est peut-être pas d'exemple plus caractéristique de ce qu'on pourrait appeler ces ruses de la nature que le développement de nos connaissances sur l'électricité, et tout particulièrement sur l'électricité atmosphérique. Le phénomène électrique le plus anciennement connu est assurément la foudre, qui, par sa magnificence terrible, doit s'être imposée depuis l'origine du monde aux méditations des penseurs. De longs siècles durant, on ne connut rien de semblable, et l'esprit humain, privé de tout point de comparaison ou de repère, en chercha vainement l'explication dans des imaginations

souvent puériles, d'autres fois ingénieuses, mais mal raisonnées ou sans fondement. Un jour cependant, l'observation de phénomènes étranges, dont l'attraction de quelques barbes de plume ou de quelques fils de laine par un morceau d'ambre vivement frotté avait été le point de départ, vint suggérer une vague analogie, bientôt confirmée par d'éclatantes et souvent dangereuses expériences. Accumulée, exaltée par des artifices variés, la force attractive de l'ambre frotté se trouva liée à une autre force qui produisait des étincelles brillantes dont la forme comme le son et les effets mécaniques semblaient une réduction des phénomènes orageux. Puis Franklin, de Romas, Dalibard, Richmann, osèrent s'adresser aux nuages chargés de la foudre pour leur demander une redoutable contre-expérience. Et l'audacieuse tentative réussit, non sans faire payer le succès par la mort de quelques-uns des téméraires expérimentateurs.

Mais, on le comprend assez, ce n'était là qu'une solution bien imparfaite encore du problème, et il restait beaucoup à faire pour l'élucider complètement. D'où vient l'électricité des nuages ? Ne se trouve-t-elle que sur l'eau ou les poussières en suspension dans l'atmosphère, ou bien peut-elle avoir son siège sur l'air lui-même ? Par quel mécanisme se distribue-t-elle en charges énormes de signes contraires, pour déflagrer brusquement, à certains moments, en gigantesques explosions ? Questions primordiales, à coup sûr, et qu'il fallait résoudre à tout prix.

Or, si la science électrique a progressé à pas de géant dans toutes les directions où s'est portée son activité, sur ce point, il faut bien l'avouer, elle est restée presque stationnaire. Toute proportion gardée, maintenant, comme il y a cent cinquante ans, le phénomène le plus banal et le plus beau de l'électricité demeure encore le plus obscur et le plus inexpliqué.

Ce n'est pas à dire, sans doute, que nous n'ayons plus rien appris, depuis Franklin, sur l'électricité atmosphé-

rique. Bien au contraire ; et nous allons avoir à exposer un ensemble de résultats dont il est impossible de méconnaître l'importance. Mais il n'en demeure pas moins que la question principale, celle de l'origine de la tension qui s'établit dans l'air, reste toujours ouverte. Et pourtant que d'efforts tentés, que d'ingéniosité dépensée pour essayer à tâtons des ébauches de théorie ! On n'a pas compté moins de soixante systèmes différents qui ont eu leur heure de faveur.

C'était si séduisant ! Cela semblait si simple ! Partant d'un mode connu de production de l'électricité dans nos laboratoires — et il en est peu qui n'aient été soumis à cet essai — on supposait qu'il se réalisait en grand dans l'infini laboratoire de l'atmosphère ; on déduisait des caractères connus de ces phénomènes les lois qu'ils devaient présenter dans l'évolution de l'électricité atmosphérique, et on les comparait ensuite à celles que donne l'observation directe. Or, il n'est aucune hypothèse qui ait supporté victorieusement cette épreuve. Toutes ont fini par laisser surprendre un côté faible par où elles étaient en contradiction manifeste avec l'observation. Certaines, d'ailleurs, on l'a reconnu par la suite, péchaient par leur fondement expérimental.

Faut-il en conclure que l'on a fait fausse route ? Est-il nécessaire d'imaginer une autre méthode pour arriver à débrouiller ce chaos ? Nullement. La voie suivie jusqu'ici est parfaitement rationnelle. On procède du connu à l'inconnu. Sans doute, il se peut que le point de départ ait été mal choisi. Il y a peut-être d'autres sources d'électricité, ignorées jusqu'à présent, qui nourrissent le tronc principal du fleuve électrique aérien. Mais cela est peu probable, et dans tous les cas, on ne voit pas qu'on puisse faire passer ces nouveaux modes de génération par une autre filière de comparaisons et d'épreuves que celle qu'on a suivie sans succès jusqu'à présent. Ou bien, et c'est là sans doute la vraie cause de tant d'échecs, nous

manquons des données d'observation suffisantes pour faire, à coup sûr, le rapprochement des hypothèses appuyées sur des expériences de laboratoire avec les lois observées dans l'atmosphère. Dans l'un et l'autre cas, la méthode n'est pas à incriminer : ce sont les matériaux, les éléments positifs qui font défaut.

On les réunit actuellement, et plusieurs savants s'y appliquent avec un zèle et une sagacité dignes de tout éloge ; mais avant de pouvoir mettre la main à l'édification d'une théorie définitive, on devra sans doute en rassembler incomparablement plus.

Il faut bien remarquer que l'électricité de l'air est un élément météorologique au même titre que la température, la pression, le degré d'humidité. Son étude complète est donc soumise aux mêmes conditions et grevée des mêmes difficultés. Par conséquent, il faut d'abord la mesurer dans un grand nombre de stations s'étendant aussi loin que possible en surface et en hauteur ; il faut multiplier avec persévérance, dans le temps, les observations simultanées dans toutes ces stations, et, s'il se peut, en obtenir une trace continue enregistrée automatiquement. Il importe ensuite de ne l'observer que conjointement avec les autres éléments qui caractérisent l'état de l'atmosphère ; car elle en dépend essentiellement. Enfin, il faut tenir compte des influences perturbatrices du voisinage des appareils, influences bien autrement redoutables dans le cas des observations électriques que dans celles du pluviomètre ou du thermomètre, par exemple. Il serait donc illusoire de prétendre faire une mesure exacte à la surface de la terre, sans s'assurer de la forme de cette surface dans le voisinage du lieu d'observation ; et d'une manière générale, il est prudent de n'accepter que des résultats obtenus sur un sol plat et bien découvert.

Ce sont ces difficultés, sans doute, qui ont empêché la plupart des observatoires météorologiques d'adopter un programme complet d'explorations électriques de l'atmo-

sphère; car, malheureusement, ces explorations ne se font que dans un très petit nombre de stations.

Mais il en est d'autres, et de bien plus graves. Elles sont spéciales à la nature du phénomène à étudier. On peut les résumer en une formule très nette : il n'existe pas, pour l'étude de l'électricité atmosphérique, d'instrument simple et sûr, comparable au baromètre ou au thermomètre.

On sait qu'une masse électrique exerce autour d'elle dans toutes les directions une attraction sur des masses de signe contraire, et une répulsion sur des masses de même signe. Cette action est fonction de la distance, et la relation entre les deux s'exprime par ce qu'on est convenu d'appeler le *potentiel*. Pour amener, par exemple, vers la masse considérée une masse de même signe, il faut vaincre la force de répulsion, croissante à mesure que diminue l'intervalle, c'est-à-dire effectuer un travail. C'est ce travail, calculé pour la masse de même signe prise comme unité, quand on l'amène depuis l'infini jusqu'à un point considéré, que l'on prend pour mesure du potentiel en ce point. La partie de l'espace où se fait sentir la force électrique due à une masse donnée, est le champ de cette masse. Il est évident que le potentiel diminue dans le champ à mesure qu'on s'éloigne de la masse agissante. Le sens et la grandeur de cette variation, si on les mesure par des instruments convenables, peuvent renseigner sur la grandeur et la distance de la charge présente dans le champ. S'il y a plusieurs masses, il est clair que la force du champ est la résultante de leurs actions individuelles.

L'état électrique de l'atmosphère serait donc connu si l'on relevait en un grand nombre de points la valeur absolue du potentiel, c'est-à-dire la différence de potentiel entre ces points et le zéro conventionnel de l'échelle des potentiels, qui est, comme on sait, le potentiel du sol. C'est ainsi que le baromètre et le thermomètre donnent immédiatement la pression et la température par rapport

au zéro de leur échelle, zéro que chaque instrument porte sur lui et garde pratiquement invariable, en quelque lieu qu'on l'observe.

Or, et c'est là une première cause d'infériorité pour les mesures électriques, on ne peut connaître le potentiel absolu ainsi défini que dans le voisinage immédiat du sol; partout ailleurs on n'obtient que la différence de potentiel entre deux points, car les instruments d'observation n'ont pas de repère fixe pour le zéro. Il est aisé de s'en rendre compte en examinant les appareils employés.

Ils dérivent tous de l'électromètre Thomson, dont le principe est le suivant. Deux lames conductrices très voisines, l'une fixe, l'autre suspendue à un fil de torsion très fin, s'attirent plus ou moins suivant que leurs potentiels électriques sont plus ou moins différents. Pour faire une mesure de différence de potentiel, il faut donc leur communiquer respectivement les potentiels des charges que l'on veut étudier, ce qui se fait en les mettant en communication par un fil métallique avec ces charges. D'ordinaire une des lames est au sol, donc au potentiel zéro, ou bien à l'un des pôles d'une pile connue dont l'autre pôle est au sol. Dans le cas de l'électricité atmosphérique, la seconde lame doit prendre le potentiel de l'air au point qu'on veut étudier. Pour cela on la rejoint à ce point par un fil conducteur terminé par une flamme ou par un jutage d'où s'échappe un filet d'eau. La flamme ou le filet d'eau a pour effet d'amener rapidement le conducteur au potentiel de l'air en ce point. De simples pointes ne suffisent pas; leur action n'est pas assez rapide pour suivre les variations incessantes du potentiel de l'air.

Supposons maintenant qu'on veuille faire une mesure à quelques centaines ou quelques milliers de mètres de hauteur, en ballon, par exemple. Nous voilà tout d'abord obligés de rompre la connexion métallique entre le sol et la lame de l'électromètre qui devrait rester au potentiel zéro. Cette lame de repère gardera-t-elle son potentiel

primitif ? Évidemment non : elle prendra peu à peu celui des points correspondants du champ à mesure qu'on s'éloigne de la terre, et il sera impossible de l'en empêcher. Que faire alors ? Renoncer à l'espoir illusoire d'emporter le zéro, et se contenter de réaliser une égalisation rapide du potentiel de la lame de repère avec le milieu, en la munissant également d'un jet d'eau (ou d'une flamme) qui sera situé à une distance verticale déterminée de la première. Ainsi, du moins, on connaîtra exactement, sinon la valeur absolue de la grandeur qu'on veut mesurer, du moins sa variation entre deux points donnés.

Autre inconvénient des appareils ordinaires. Qu'on emploie la flamme ou l'écoulement de l'eau, il faut pour obtenir une mesure convenable, que l'air soit calme. En effet, le vent déplace constamment l'extrémité de la flamme ou celle de la partie continue du jet d'eau, où se produit l'égalisation du potentiel avec celui de l'air. Il n'est donc plus possible de savoir avec une exactitude suffisante à quels points se rapportent les observations que l'on fait. Pour échapper à cet inconvénient, et en même temps pour augmenter la durée pendant laquelle l'appareil peut fonctionner sans surveillance, on a préconisé l'emploi de papiers imprégnés des sels de polonium de M. Curie. On sait que ces substances jouissent de la propriété de mettre très rapidement les corps électrisés en équilibre électrique avec le milieu.

La pluie est bien plus gênante encore que l'agitation de l'air. D'ordinaire les précipitations atmosphériques entraînent une charge électrique ; le choc des gouttes contre le sol ou les appareils en développe une autre ; enfin il se produit des phénomènes d'influence dus à ces mêmes charges.

Il résulte de tout cela qu'à l'heure actuelle on ne possède d'observations satisfaisantes que pour l'électricité atmosphérique normale, c'est-à-dire celle que l'on observe par beau temps ; et elles sont malheureusement trop peu

nombreuses encore. Il faut même restreindre davantage, en excluant les temps calmes, mais couverts. En effet, les nuages introduisent dans l'atmosphère des masses électriques nouvelles qui peuvent changer profondément l'allure du champ. Sans doute, ces variations sont d'un intérêt extrême, aussi bien que celles qui se produisent en temps de pluie ou d'orage ; mais jusqu'au jour où nous posséderons un appareil d'observation plus parfait, surtout un totaliseur comme le baromètre et le thermomètre e sont pour la pression et la température, il faut bien nous résigner à n'accepter comme sûres, ou du moins à ne pouvoir nous procurer d'une manière assez complète, que es mesures faites par temps serein.

Encore ces mesures-là elles-mêmes sont-elles bien ncomplètes, voire, la plupart du temps, affectées d'erreurs ui limitent singulièrement leur portée. Presque toujours, n effet, les instruments se trouvent sur une plate-forme levée ou à proximité d'un bâtiment. Or, il est clair que ı variation du champ constatée dans cette position ne era pas la même que celle qu'on observerait en terrain lat ; car les surfaces de niveau sont nécessairement déformées par le relief d'un sol accidenté.

Si l'on ajoute que le voisinage des maisons ou du moins es grandes agglomérations introduit dans le champ atmosphérique des perturbations directes (1), et enfin que les ıriations rapides et souvent très amples de la chute du otentiel en un point donné exigent l'emploi d'enregisseurs continus, chose qui malheureusement se fait très rement jusqu'à présent, on pourra se faire quelque idée la difficulté que présente la question, et de l'insuffisance grettable des matériaux dont on dispose pour bâtir des éories.

Évidemment, la première chose à faire au point où nous

(1) Kircher, à Meiningen, en observait de très nettes, dues à la fumée des omotives d'une gare distante de 750 m.

en sommes, ce serait d'organiser systématiquement l'observation de l'électricité atmosphérique sur toute l'étendue des réseaux météorologiques. Même avec les instruments imparfaits dont on dispose actuellement, ce serait un grand pas de fait. On chercherait ensuite à perfectionner les appareils de mesure. Mais ce progrès est accessoire vis-à-vis de l'autre ; et l'on peut raisonnablement penser que la multiplication des mesures provoquerait à elle seule d'importantes découvertes, que l'invention d'appareils plus précis ne pourrait que confirmer.

Quoi qu'il en soit, avec les moyens d'observation bien imparfaits mis en œuvre jusqu'à présent, on possède déjà la connaissance d'un certain nombre de lois importantes. Bien entendu, d'après ce que nous venons d'exposer, elles n'ont rapport qu'au champ normal, par temps serein. Nous limiterons par cette condition l'exposé que nous allons faire de l'état actuel de nos connaissances sur l'électricité atmosphérique (1).

Dans toutes les parties du monde la chute du potentiel dans le champ terrestre, par beau temps, est généralement positive, c'est-à-dire que le potentiel croît quand on s'élève au-dessus du sol. La terre est donc négative par rapport à l'air. Si l'on étendait à l'électricité atmosphérique la convention ordinaire qui définit comme potentiel zéro le potentiel du sol, il faudrait dire plutôt que, la terre étant neutre, l'air est chargé positivement. Mais ce zéro conventionnel n'aurait ici aucun sens, et il serait essentiellement variable, puisque toute production de charge

(1) On trouvera plus de détails sur quelques points particuliers dans le Rapport de M. F. Exner *Sur les recherches récentes relatives à l'électricité atmosphérique*, présenté au Congrès International de Physique de 1900, à Paris ; dans le travail de M. A. Gockel sur l'électricité atmosphérique (NATUR UND OFFENBARUNG, février et mars 1897) ; dans celui de M. C. Andre sur le même sujet (REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES, 3e année, 1892, pp. 568 et 605); enfin dans plusieurs autres volumes de ce recueil, de la NATURE de Londres, et dans les publications spéciales.

électrique en un point d'un système entraîne nécessairement celle d'une charge égale et de signe contraire en un autre point du système. L'état respectif de la terre et de l'air par rapport à un état normal, d'ailleurs indéterminé, choisi comme état type ou comme zéro fondamental, est donc variable ; mais toujours de telle sorte que le potentiel de l'air soit supérieur à celui du sol. Une définition plus précise de cet état normal n'est heureusement pas nécessaire dans l'étude de l'électricité atmosphérique, puisque tous les phénomènes ne dépendent que de la différence de potentiel. Nous pouvons donc conserver la dénomination de *valeur absolue* donnée à la différence de potentiel entre un point choisi dans l'air et un sol plat bien à découvert, quoi qu'elle ne soit pas rigoureusement exacte.

Les chutes de potentiel négatives ne s'observent que dans des cas très exceptionnels par temps clair. Nous verrons plus loin qu'elles sont, au contraire, fréquentes dans d'autres circonstances.

Le Monnier, à Paris, fut le premier à montrer, très peu de temps après les célèbres expériences de Franklin, que l'électricité est présente dans l'atmosphère, non seulement en temps d'orage, mais aussi quand le ciel est serein ; et malgré l'imperfection de ses appareils, il découvrit en outre que cette électricité s'y trouve en quantités très variables. Après lui, Volta, de Saussure, et bien d'autres reprirent cette étude.

Mais la valeur absolue du champ n'est connue que par un petit nombre d'observations qui méritent confiance, eu égard aux conditions indiquées plus haut. On peut citer les mesures de M. Exner à Vienne et à Saint-Gilgen, et celles de MM. Elster et Geitel à Wolfenbüttel. D'après ces observateurs, la chute du potentiel par mètre près du sol oscille, en Europe, entre 80 volts en été et 400 ou 500 volts en hiver. A Ceylan, M. Exner a obtenu une moyenne de 57 volts seulement pour les mois de janvier et de février ; à Louxor, de 128 volts pour le mois de mars ; à

Biskra, M. Gockel trouve 105 volts pour le même mois ; et à Tomsk, en Sibérie, M. Benndorf, en février, observe 145 volts.

On remarquera les valeurs très différentes obtenues dans plusieurs stations, suivant qu'on observe en hiver ou en été. C'est là un fait très général, et une des lois les mieux établies de l'électricité atmosphérique. Partout, dans les régions polaires et sous les tropiques, aussi bien que sous nos latitudes tempérées, il existe une période annuelle très nette, le maximum du champ se produisant en hiver, le minimum en été. Sur ce point on possède d'ailleurs un très grand nombre d'observations dignes de foi : car il ne s'agit ici que de valeurs comparatives, et non pas de mesures absolues.

Mais cette loi ne s'applique qu'aux couches inférieures de l'atmosphère. A mesure qu'on s'élève, l'amplitude de la variation annuelle s'atténue. A 3100 m. sur le Sonnblick, les moyennes mensuelles des observations dirigées par MM. Elster et Geitel pendant quatre ans, ont oscillé entre 112 volts pour octobre et novembre, et 139 pour avril et mai. On voit que la courbe s'aplatit et tend vers une ligne droite. De plus, les époques où s'observent les valeurs extrêmes sont fortement reculées.

Cet effacement progressif de la variation annuelle dans les hautes altitudes a une grande importance au point de vue des théories, car il montre que c'est au-dessous de 3000 m. qu'il faut chercher dans l'atmosphère les masses électriques dont les fluctuations donnent lieu à la période annuelle.

Outre cette période à longue échéance, des observations bien plus nombreuses encore ont établi l'existence d'une variation diurne. Celle-ci se retrouve, comme la précédente, dans tous les pays du monde ; mais elle ne présente pas partout les mêmes caractères. Dans la grande majorité des stations, il y a une double oscillation diurne, dont les maxima se rencontrent vers 8 heures du matin et

8 heures du soir. Des deux minima, celui de la nuit est le plus accusé.

D'autres fois, l'oscillation est simple ; mais dans ce cas le minimum seul, qui se produit vers 5 heures du matin, est nettement marqué : la courbe remonte ensuite assez rapidement pour rester sensiblement au même niveau pendant toute la journée.

Enfin, on possède des observations de M. Exner dans l'Océan Indien et dans les Alpes, et d'autres de M. Benndorf en Sibérie, qui ne laissent reconnaître aucune périodicité régulière. La chute de potentiel y est sensiblement constante.

La discussion de ces différentes séries d'observations conduit à cette conclusion que la situation géographique d'une station n'a aucune influence directe sur le type de la variation diurne du champ électrique de l'air. La saison semble en avoir une. Ainsi MM. Elster et Geitel à Wolfenbüttel, et M. Chauveau à Paris ont trouvé une oscillation simple en hiver, tandis qu'elle est double en été, conformément à la règle ordinaire. Mais on n'a pu s'assurer encore par un nombre suffisant d'observations de la généralité de cette modification d'allure.

Il semble, au contraire, qu'on ait mis hors de doute l'effet de l'altitude, comme dans le cas de la variation annuelle. A partir de 1780 m. (observations de M. Exner sur le Schafberg, de M. Smith sur le Dodabetta, et de MM. Elster et Geitel sur le Sonnblick), la courbe journalière ne présente plus qu'un seul minimum avec un maximum très allongé pendant le jour, ou même ne laisse plus reconnaître aucune variation régulière.

Mais il n'est pas nécessaire de s'élever à ces hauteurs pour reconnaître un resserrement des excursions de la courbe de part et d'autre de la valeur moyenne. Déjà à Rocca di Papa, localité située à 700 m. au-dessus de Rome, M. Cancani trouve en hiver une oscillation simple, tandis que la station inférieure en présente une double.

Cependant, en été, il retrouve l'oscillation double. Au sommet de la tour Eiffel, l'oscillation est simple, même en été. Enfin pour 150 m. de différence seulement, près de Louxor, sur le plateau Lybique, M. Mache trouve qu'entre la vallée et la hauteur l'amplitude extrême tombe de 250 à 50 volts par mètre. L'oscillation néanmoins reste double, mais le maximum du matin se rapproche de celui du soir. Donc dans une tranche atmosphérique qui n'a pas plus de 150 m. de hauteur, il faut placer le siège d'une bonne partie des masses électriques qui déterminent la variation diurne.

Si l'on cherche des analogies entre ces phénomènes et les variations des autres éléments météorologiques, il est un fait qui attire tout d'abord l'attention : c'est la double oscillation diurne de la pression barométrique. Il y a longtemps qu'on a remarqué ce parallélisme. Est-ce pure coïncidence ? Faut-il y voir une relation de cause à effet ? Avons-nous affaire à deux effets d'une même cause ? Il serait bien difficile de se prononcer. En tous cas, la relation ne peut être qu'indirecte. Si l'on prend deux stations où la marche du baromètre est identique, on peut trouver des courbes de variation du champ électrique entièrement différentes. C'est le cas, par exemple, pour Batavia et Ceylan : la première de ces stations accuse une oscillation double très nette, la seconde fournit un des meilleurs exemples de variation sensiblement nulle.

La physique de l'atmosphère présente un autre phénomène dont les variations semblent jusqu'à un certain point corrélatives de celles du champ : c'est la radiation solaire. Depuis quelques années on a constaté dans des régions très diverses du globe, que l'intensité de cette radiation diminuait un peu avant midi, pour reprendre sa valeur primitive quelques heures après. Or, on connait plusieurs exemples de stations qui présentent à la fois cet affaiblissement de la radiation et la double oscillation électrique. D'autre part, il y en a un au moins, celui de Ceylan, où

cette baisse ne se produit pas, et où précisément la double oscillation manque aussi. C'est trop peu, sans doute, et il faudra attendre de nouvelles confirmations avant de conclure. Mais si ces constatations se répétaient en grand nombre ailleurs, on expliquerait peut-être la coïncidence en admettant que l'air, fortement chauffé pendant les premières heures d'insolation, s'élève en emportant avec lui dans l'atmosphère des poussières fines. En effet, la présence de ces poussières aurait évidemment pour première conséquence une absorption de la radiation solaire. De plus, il y a lieu de croire qu'elles emporteraient une partie de la charge négative du sol, ce qui entraînerait nécessairement un affaiblissement du champ au-dessous d'elles.

Cette conjecture, suggérée par M. Exner, est actuellement tout ce qu'on peut dire de plus probable pour l'explication de la variation diurne. Il faut avouer que c'est peu de chose.

On n'est pas beaucoup plus avancé en ce qui concerne la variation du champ avec l'altitude, c'est-à-dire l'accroissement du potentiel en un lieu suivant la verticale. Nous parlons, bien entendu, de l'insuffisance des théories pour rendre compte des faits constatés; car les mesures précises ont conduit, ici encore, à plusieurs résultats intéressants.

Évidemment, le seul moyen pratique dont on dispose est l'observation en ballon, moyen assez peu satisfaisant du reste, si l'on s'en tient aux ballons montés. Les ballons-sondes et les cerfs-volants pourraient ici rendre de précieux services; mais on ne peut guère songer à joindre encore d'encombrants électromètres au matériel qu'ils ont obligés déjà d'emporter. Les appareils à collecteurs imprégnés de sels de polonium, s'ils répondent aux espérances qu'ils ont fait naître, permettront peut-être de tourner la difficulté.

Les premières déterminations faites indiquèrent jusque

vers 1900 mètres une augmentation du champ, c'est-à-dire que la différence de potentiel entre deux points toujours également distants suivant la verticale, augmentait avec la hauteur. Plus tard, quand on eut reculé progressivement l'altitude extrême où parvenaient les instruments, on obtint au contraire une diminution ; et c'est ce que l'on continua à observer dans toutes les ascensions suivantes, sauf certaines anomalies dues à des conditions atmosphériques autres que celles que nous avons adoptées comme normales, telles que les nuages ou le brouillard. On a exploré de la sorte les quatre premiers kilomètres de l'atmosphère.

Les résultats sont intéressants. En y joignant l'hypothèse très plausible de l'égalité des charges présentes dans l'air suivant des plans sensiblement horizontaux (nous nous plaçons toujours dans les conditions d'un temps calme et serein), on arrive à se faire quelque idée de la répartition de l'électricité suivant la hauteur. En effet, si dans un air exempt de toute charge, on s'éloignait de la terre chargée négativement, la décroissance du potentiel serait régulière et le champ ne devrait pas varier ; puisque au contraire il augmente avec la hauteur, c'est que les couches inférieures possèdent une charge négative dont l'effet s'ajoute à celui du sol. Plus haut il se trouve des charges positives, puisque la variation du champ y change de signe. D'autre part, comme le champ reste positif à 4000 mètres, c'est-à-dire que le potentiel est toujours croissant, il faut admettre qu'à cette hauteur la somme des charges de la terre et de l'air est encore négative.

Pour compléter cet aperçu des résultats actuellement acquis, il nous faut signaler encore les phénomènes de dispersion, et ceux qui semblent dépendre d'une influence directe du soleil. Un conducteur, si bien isolé soit-il, ne saurait conserver indéfiniment sa charge ; elle se perd par le contact de l'air lui-même, sans qu'on puisse en assigner avec certitude le mécanisme : c'est ce qu'on

appelle la *dispersion*. Or, cette dispersion semble soumise aux lois périodiques qui régissent les variations du champ : elle est maxima en été, et augmente avec l'altitude. De plus, sur les sommets élevés l'électricité négative se perd plus rapidement que la positive, tandis qu'à des niveaux inférieurs le signe n'a aucune influence.

Au moment précis du lever et du coucher du soleil, on observe parfois une augmentation ou une diminution brusque du champ. Cette perturbation disparaît ensuite rapidement. On l'a retrouvée dans les éclipses.

Il se rencontre, d'ailleurs, constamment une foule de ces perturbations accidentelles et très rapides dépendant sans doute le plus souvent des conditions locales. Peut-être aussi s'en trouve-t-il dont le rapprochement avec l'état météorologique de l'atmosphère au même instant pourrait jeter quelque lumière sur les influences réciproques des divers facteurs de cet état. Aussi est-il vivement à désirer qu'on généralise davantage l'emploi des enregistreurs automatiques pour l'étude de l'électricité de l'air. Jusqu'à ce jour, il n'y en a, malheureusement, que fort peu d'exemples.

Le programme que nous nous sommes tracé nous ntordit d'entrer dans l'examen des observations faites ous un autre régime atmosphérique que la sérénité absoue. Il convient néanmoins que nous prenions acte en assant des belles recherches de MM. Elster et Geitel sur électricité des précipitations aqueuses. Cette électricité cuse d'ordinaire des valeurs très importantes, et son igne est, à de rares exceptions près, négatif. Comme, autre part, l'électricité négative du sol se dissipe dans air par les temps clairs, on est conduit à se demander, c'est là l'intérêt de ces recherches au point de vue sujet qui nous occupe, s'il n'existe pas dans l'atmohère une circulation continue. L'électricité négative lèverait dans l'air au-dessus des régions calmes et tomberait avec la pluie, la neige, la grêle, etc., dans

celles dont l'état est troublé. Quelques essais de vérification déjà faits dans ce sens ont donné des résultats favorables; mais il faut attendre de nouvelles confirmations, et surtout, car nous sommes toujours invinciblement ramenés à ce desideratum fondamental, des observations systématiques et simultanées obtenues dans un très grand nombre de stations.

Nous voici arrivés maintenant aux tentatives faites pour relier tous ces faits au moyen d'une théorie générale. Notre exposé ne peut prétendre à être complet, ce qui serait d'ailleurs bien inutile ; car une foule de ces ébauches ont été condamnées sans appel par l'expérience. Il en reste assez, on va le voir, pour rendre le choix très malaisé.

Il s'agit donc, en comparant aux lois observées directement dans l'atmosphère, les conditions dans lesquelles l'électricité est produite par différentes sources dans nos laboratoires, de reconnaître quelles sont les causes des variations du champ électrique et aussi de son existence elle-même.

Les éléments de cette comparaison ne manquent pas. Dieu merci ! Ce n'est plus seulement, comme au siècle dernier, dans le frottement mutuel d'un petit nombre de substances solides que nous reconnaissons une source d'électricité. C'est dans tous les genres de frottement, suivant l'acception la plus large de ce mot : glissement, roulement, compression, torsion, frottement des liquides sur les solides, des liquides entre eux, des gaz sur les liquides et les solides, que nous parvenons actuellement à déceler une variation de l'état électrique. De plus, on a mis en évidence ou on soupçonne des phénomènes du même genre dans une foule de modifications physiques, chimiques ou même physiologiques. Chose plus étonnante encore, ces dernières années nous ont initiés à des modes de variation de l'état électrique bien plus inattendus, et grâce auxquels les modifications électriques semblent être

associées d'une manière plus universelle encore que les modifications calorifiques à tout changement d'état ou de propriétés de la matière, je veux dire la décharge des corps électrisés par la lumière ultra-violette, les rayons cathodiques et leurs divers dérivés, enfin les radiations de Becquerel et de Curie. De telle sorte que l'établissement d'un champ électrique, fait presque insoupçonné il y a deux siècles en dehors du déploiement de ses grandes magnificences dans les orages, est considéré aujourd'hui comme le phénomène le plus ordinaire de la physique, tant on s'est habitué à le rencontrer partout. On peut ajouter que partout il se laisse pénétrer, sauf dans son effet le plus anciennement connu.

La première théorie qui se présente à notre examen ne cherche pas précisément à rendre compte de la production de l'électricité atmosphérique, mais uniquement de sa présence dans l'air, en d'autres termes, des variations du champ. Elle est due primitivement à Peltier, mais elle a été modifiée et précisée par M. Exner. Son point de départ est dans le postulat inexpliqué d'une charge initiale possédée par la terre seule (1). Cette charge est négative. A l'origine on devait donc trouver un champ sensiblement uniforme et régulier. Les perturbations subséquentes seraient dues à la vapeur d'eau, qui, en s'élevant sans cesse d'une grande étendue de la surface du globe, entraînerait avec elle une partie de l'électricité du sol (2).

Pour la variation annuelle, cette théorie est la plus satisfaisante de toutes. Non seulement elle s'accommode

(1) Peltier admettait en outre une charge positive correspondante, située autour de la terre dans l'espace céleste. L'atmosphère se trouvant entre les deux, serait donc soumise en tous ses points à une influence dont dépend le signe de la vapeur qui s'élève de la surface du sol. M. Exner n'a pas retenu cette seconde hypothèse.

2) D'après M. Linss, ce seraient les poussières humides qu'il faudrait regarder comme le véhicule propre de l'électricité. Cela ne changerait pas grand'chose, et c'est beaucoup moins probable.

parfaitement du sens et de la grandeur de l'oscillation, tels que ces données ressortent des observations, mais encore des chiffres particuliers obtenus dans chaque région. Ainsi elle fait prévoir des valeurs élevées du champ dans les régions sèches, et inversement des valeurs faibles dans les contrées humides, puisque c'est dans les premières que l'évaporation est la plus active.

Or cette déduction semble bien conforme à l'observation, dans les limites actuelles de nos connaissances. On peut donc regarder comme probable une relation directe entre l'évaporation et la valeur du champ, du moins dans les régions basses de l'atmosphère.

Mais si l'on tient compte des observations en ballon que nous avons relatées plus haut, il n'en va plus de même ; et pour rendre compte de la présence de masses positives dans l'atmosphère, la théorie d'Exner demeure complètement impuissante. Elle doit avouer la même incapacité pour l'explication de la variation diurne. Elle pèche encore par un autre endroit. Il n'est pas démontré par des preuves expérimentales irréprochables que la vapeur qui s'élève d'une masse d'eau électrisée emporte une partie de la charge. Les anciennes expériences de Peltier et de Volta sont certainement à rejeter. M. Pellat, récemment, a cru arriver à un résultat plus rigoureux ; néanmoins MM. Exner et Schwalbe ne le trouvent pas encore concluant. Malgré tout, la chose est hautement probable *à priori*, et il n'est pas vraisemblable que l'entraînement de l'électricité négative dans l'évaporation de l'eau doive être écarté du nombre des causes déterminantes du champ atmosphérique.

D'après Palmieri, la valeur du potentiel en un point dépend exclusivement de l'humidité relative dans la tranche atmosphérique située au-dessus du lieu d'observation, et cela de telle sorte qu'elle augmente ou diminue avec cette humidité relative. Comme M. Exner, ce savant attribuait donc le rôle principal à la vapeur d'eau de l'air. Mais

ıa théorie est bien moins satisfaisante. D'abord elle ne lonne aucune indication sur le mécanisme par lequel 'humidité relative règle les valeurs du champ. De plus, les leux lois qu'elle énonce relèvent de l'observation directe. Or la première n'a pas encore été vérifiée, et ne pouvait pas 'être au moment où son auteur l'a formulée ; la seconde est en contradiction manifeste avec un grand nombre l'observations récentes. En réalité, il ne semble exister ıucune relation simple entre l'état hygrométrique de l'air et son état électrique.

Une tentative analogue a été faite récemment par M. Braun pour rattacher la valeur du champ en un lieu lonné à la température du lieu. Mais elle est également nsoutenable ; car les exemples abondent de stations qui nt les mêmes caractères thermiques et où les variations u potentiel affectent des allures tout à fait différentes.

Pour expliquer la production même des masses élec-'iques qui déterminent le champ, Volta, autrefois, avait ı recours à l'évaporation. Mais il est prouvé aujourd'hui ue l'évaporation, par elle-même, ne produit pas d'élec-icité. Nous avons vu plus haut qu'il n'est même pas ›solument certain que la vapeur émise puisse emporter ıe partie de la charge portée par la surface liquide qui dégage.

Lenard et J. J. Thomson partent d'un phénomène ›ins problématique, qu'ils ont étudié et mesuré avec in. Au voisinage des cascades, MM. Elster et Geitel aient remarqué que l'électromètre indique d'ordinaire e charge négative de l'air ; l'eau elle-même se montre sitive. Des mesures très délicates exécutées par Lord elvin sur des jets d'eau, jaillissant dans un air parfaite-nt isolé et purifié, montrent que l'apparition de cette ctricité est bien due au frottement du gaz sur le liquide. l'eau contient des traces de matières salines, les signes ıt intervertis : c'est l'eau qui devient négative. Les eurs de cette théorie placent, en conséquence, la source

de l'électricité atmosphérique dans le mouvement des vagues de la mer, dans leurs chocs contre les obstacles, et en général dans tout ce qui les éparpille et projette leurs gouttes à travers l'air. Il reste ensuite à expliquer comment l'électricité positive développée de la sorte dans les couches basses de l'atmosphère arrive dans les zones supérieures, et comment elle y détermine les diverses variations du champ que nous avons énumérées. Cette théorie n'a pas été étudiée dans tous ses détails, de manière à permettre un contrôle serré de ses conclusions au moyen des données d'observation ; mais, à la juger en gros, elle ne semble pas pouvoir fournir une explication complète.

M. Sohncke place dans la haute atmosphère elle-même le siège des actions productrices de l'électricité. Ces actions seraient, suivant lui, le frottement de l'air chargé de vapeur d'eau sur les aiguilles de glace en suspension dans les hautes régions. Des expériences directes, dont les premières remontent à Faraday, démontrent en effet, que quand on dirige un jet d'air chargé de vapeur d'eau sur des cristaux de glace secs, ceux-ci se chargent positivement, tandis que l'air ou plutôt les gouttelettes qu'il contient, car l'air sec n'a aucun effet, deviennent négatives. Or, les ascensions en ballon ont donné la preuve évidente de la présence de cristaux de glace dans la haute atmosphère, chose d'ailleurs très probable *à priori*, puisqu'on sait qu'à partir de quelques kilomètres d'altitude, même en été, l'air reste constamment à une température inférieure à zéro. Au-dessous de cet air glacé positif se rencontrent les couches humides négatives. Cela étant, la pluie, qui provient en général des nuages inférieurs, doit entraîner sur le sol l'électricité négative que possèdent ces nuages, ce qui est encore conforme à l'observation. Ainsi s'expliquent la charge négative du sol et la formation du champ normal.

Quant aux variations annuelle et diurne, en voici l'explication d'après M. Sohncke. En hiver, la couche

atmosphérique isotherme de température zéro, qui limite la zone de la glace positive, s'abaisse vers le sol. Donc les surfaces de niveau se trouvent plus serrées, et par suite la chute de potentiel par mètre doit s'accentuer. En été se produit un relèvement de la couche isotherme zéro, et conséquemment une diminution du champ. Mais les niveaux isothermes subissent d'autres oscillations. Pendant le jour l'action calorifique du soleil élève l'air, tandis que le refroidissement nocturne détermine un mouvement en sens inverse. Ces alternances, auxquelles semble liée d'ailleurs l'oscillation barométrique, que nous avons déjà rapprochée de la variation diurne du champ, rendent raison de cette dernière de la même manière que de la période annuelle.

Il est certain que la vérification au moins qualitative de ces spéculations par leur comparaison avec les résultats de l'expérience est assez séduisante, et les objections qu'on leur a opposées à ce point de vue ne semblent pas insolubles. Ainsi, on a dit qu'elles entraîneraient comme conséquence un potentiel moyen moindre en automne qu'en été, ce qui n'est pas le cas. On peut répondre qu'en automne l'atmosphère reste encore sous l'influence de l'échauffement estival, de même qu'au printemps elle subit encore les suites du refroidissement de l'hiver. Pour tous les autres éléments météorologiques, on observe une opposition très nette entre les caractères des deux saisons moyennes. Il n'y a donc pas lieu de s'effrayer beaucoup, si on en rencontre une, un peu plus forte, nous le voulons bien, pour l'élément électrique.

On a vu une difficulté plus grave dans l'impossibilité de rendre compte de la double oscillation diurne. Mais les expériences ultérieures qui ont démontré l'existence fréquente d'une période simple, surtout dans les régions soustraites à l'influence perturbatrice immédiate du sol, en ont beaucoup diminué la portée, sans toutefois la résoudre complètement.

Au point de vue quantitatif, il reste à faire davantage

pour établir solidement la théorie de Sohncke. Ainsi l'on n'a pu comparer les valeurs du champ résultant de l'observation avec celles qu'on déduirait de l'abaissement observé de la couche isotherme zéro. En outre, il est permis de mettre en doute la possibilité ou du moins l'efficacité du processus d'électrisation de l'air invoqué par M. Sohncke. Car enfin le frottement de l'air humide sur les cristaux de glace ne peut se produire qu'à la limite commune de deux courants superposés, et non pas dans toute leur masse; sinon, les deux couches seraient confondues et leur état électrique résultant sensiblement nul. Est-ce bien suffisant pour fournir les charges considérables que nous font connaître les mesures du champ ?

M. Le Cadet a cru devoir recourir aux combustions et aux nombreux processus organiques analogues qui se déroulent constamment à la surface de la terre. Il n'est pas douteux que ces phénomènes ne s'accompagnent de manifestations électriques. Mais il semble impossible de rendre compte de cette manière des variations diurne et annuelle, et bien plus encore des caractères si profondément opposés que présentent les courbes d'un grand nombre de stations. Comment, par exemple, concilier cette hypothèse avec l'absence de variation diurne à Ceylan, où se développe pourtant une des végétations les plus actives de l'univers ? Comment, d'autre part, expliquer la valeur élevée obtenue pour le champ électrique en Sibérie pendant l'hiver ?

Holmgren a montré que quand on fait varier rapidement l'étendue de la surface terminale d'une masse d'eau, par exemple quand des ondes s'y propagent, il s'y manifeste une électrisation : la charge positive se trouve sur l'eau, la négative dans l'air. On a suggéré l'utilisation de cette observation pour expliquer la formation du champ électrique de l'air par la réunion des gouttes d'eau en suspension dans l'atmosphère, ce qui ferait varier l'aire de leur surface extérieure. Mais cette hypothèse, peut-être

lausible, n'a pas été suffisamment précisée pour être soumise à un contrôle sérieux.

Il nous reste à exposer les théories fondées sur les actions actiniques récemment découvertes qui donnent lieu à une production ou du moins à un déplacement l'électricité. On sait qu'un corps chargé électriquement perd son électrisation bien plus rapidement quand il est exposé aux rayons ultra-violets, et en général aux radiations actiniques du spectre, que quand il en est préservé. Cette influence est d'ailleurs élective, et l'action notablement plus marquée sur une charge négative que sur une charge positive. MM. Elster et Geitel sont partis de là, il y a quelques années, pour expliquer le passage de l'électricité négative, supposée à l'origine sur la terre seule, dans l'atmosphère. Ce passage, provoqué par l'insolation, serait évidemment plus actif en été qu'en hiver, pendant le jour que pendant la nuit.

De là une explication facile, tout au moins de la période annuelle. Mais, sous cette première forme, cette théorie dû être abandonnée, surtout après que les observations du ballon eurent mis en évidence l'existence de charges positives dans l'atmosphère, fait qu'elle n'est pas à même d'expliquer. D'ailleurs, les mesures de plus en plus précises faites depuis lors ont montré que l'intensité du champ est nullement en rapport avec celle de l'insolation.

M. Brillouin a donné à l'hypothèse de MM. Elster et Geitel une forme plus acceptable, en l'appliquant aux cristaux de glace en suspension dans la haute atmosphère. Mais il est obligé de recourir à un autre mécanisme pour expliquer le champ initial. Les cirrus, qui sont formés, comme on le sait, de ces cristaux de glace, lui semblent propres à remplir ce rôle, par leurs mouvements à travers le champ magnétique de la terre. Le champ une fois constitué, les cristaux de glace subissent une influence qui rend une de leurs extrémités positive, tandis que l'autre devient négative. Sous l'action des radiations

ultra-violettes du soleil les charges négatives s'écoulent dans l'air environnant, et cela d'autant plus facilement que cet air est plus raréfié. Des expériences de laboratoire ont montré, en effet, que la rapidité de la décharge par les rayons ultra-violets augmente quand la pression diminue, au moins jusqu'à 300 millimètres de mercure, et très probablement au delà. D'autre part, M. Buisson a reconnu que la décharge, très sensible sur la glace sèche, était nulle sur la glace mouillée et sur l'eau. L'air lui-même ne devenant pas conducteur, à proprement parler, sous l'influence des radiations ultra-violettes, il en résulte que les bancs d'aiguilles glacées, les cirrus en d'autres termes, seront toujours positifs, et l'air avoisinant ou la vapeur d'eau qu'il contient, négatif. Les mouvements relatifs des couches chargées d'aiguilles de glace et de l'air limpide qui les avoisine amènent la séparation de l'électricité négative. Quand cet air limpide charge négativement arrive au sol, ce qui se produit fréquemment dans les courants descendants, les nombreuses aspérites de la surface terrestre le déchargent et gardent son électricité.

Tel est, en quelques mots, le fond de la théorie de M. Brillouin. Si ingénieuse soit-elle, elle a plus d'un point faible. D'abord, la possibilité même de toute vérification quantitative de ses conséquences semble encore bien éloignée. Ensuite, la séparation des cirrus positifs d'avec l'air négatif est admise assez arbitrairement. Enfin, les variations diurne et annuelle n'ont pas d'explication suffisante. Ajoutons que le fondement expérimental lui-même est assez branlant. M. Benndorf, en reprenant les expériences de M. Buisson, n'a pu retrouver ses résultats.

Enfin, il est une théorie plus récente encore et plus audacieuse, proposée en 1899 par MM. Elster et Geitel. Elle prend également comme base l'action de décharge des radiations ultra-violettes, mais elle la fait intervenir d'une manière différente. M. J. J. Thomson a supposé que

les rayons ultra-violets produisent cet effet en dissociant partiellement les gaz qu'ils traversent en ions, chargés les uns positivement, les autres négativement. En d'autres termes, les choses se passeraient comme on les conçoit dans les théories les plus modernes pour les électrolytes et les dissolutions. Or, les expériences semblent montrer que dans l'air *ionisé*, les ions négatifs se meuvent plus vite que les ions positifs, d'où il résulte qu'un corps isolé doit se charger négativement dans un air ionisé. En effet, les ions négatifs le toucheront en plus grand nombre que les ions positifs.

La terre avec son enveloppe gazeuse est assimilable, dans son ensemble, à un corps isolé entouré de toutes parts d'un milieu parcouru par des ions. Donc elle doit se charger négativement, tandis qu'il restera dans l'air un excès d'ions positifs. Remarquons en passant qu'il en sera de même des gouttes de pluie, qui, en traversant l'air, rencontreront plus d'ions négatifs que d'ions positifs (1).

Ainsi l'on s'explique facilement la diminution du champ des altitudes croissantes, par la présence d'ions positifs plus nombreux dans la haute atmosphère, qu'une insolation plus intense ionise plus fortement; la dispersion de l'électricité dans l'air, par la mobilité de ces ions ; l'augmentation de cette dispersion avec l'altitude, par l'ionisation plus forte des couches élevées ; et même la période annuelle, par la plus grande intensité de la dispersion pendant l'été.

Il faut bien dire que l'état quelque peu rudimentaire de cette théorie de l'ionisation de l'air laisse la comparaison de ses conséquences avec l'observation assez imprécise pour rendre l'appréciation difficile. Si l'on prend, par exemple, son explication de la période annuelle, on pourrait aussi bien en tirer une conclusion tout à fait opposée. En effet, l'ionisation étant plus forte en été, la charge

(1) M. C. T. R. Wilson croit avoir démontré, d'autre part, que les ions négatifs deviennent plus facilement que les positifs des noyaux de condensation pour la vapeur d'eau.

négative du sol augmente, ainsi que la charge positive correspondante de l'air. On devrait donc constater une augmentation du champ en été, et non pas un affaiblissement. Ce raisonnement est-il moins rigoureux que le raisonnement contraire prenant pour base la plus grande dispersion ? On serait bien embarrassé de décider. Nous pourrions en dire à peu près autant concernant la variation diurne.

En outre, n'oublions pas que la différence des vitesses des ions, si réellement les expériences qui la démontrent ont le sens qu'on leur donne, n'est en tous cas établie que pour des pressions très faibles, bien inférieures à celles qu'on rencontre dans les couches actives de l'atmosphère. La conclusion vaut-elle pour ces dernières ? Il faut tout au moins avouer que l'effet est si faible qu'il n'a pu être décelé par les expériences directes.

Mentionnons, pour finir, une dernière hypothèse, conçue dans un ordre d'idées tout différent. C'est celle d'Edlund. D'après lui, le mouvement de la terre produit, par l'entraînement de l'éther, un véritable courant électrique : il en résulte, sous l'influence du champ magnétique terrestre, une accumulation d'électricité négative à l'équateur. L'invraisemblance de cette supposition, déjà excessive au moment où son auteur l'a formulée, augmente de jour en jour, à mesure que les données expérimentales s'accumulent. On hésite cependant à prononcer une condamnation définitive ; car l'hypothèse d'Edlund est si commode pour expliquer les particularités de l'aurore boreale, cette autre énigme de l'électricité atmosphérique, qu'on voudrait toujours qu'elle fût admissible.

Tel est, réduit à ses lignes essentielles, l'état actuel de nos recherches sur l'électricité atmosphérique. On le voit, si nous possédons un certain nombre de données bien positives sur les lois du champ, nous n'avons pas encore, d'autre part, une théorie capable de les embrasser toutes en assignant leurs causes et leurs conditions. Faut-il donc

regarder comme absolument stériles et prématurées les nombreuses tentatives faites jusqu'à présent ? Ne le pensons pas. Tout d'abord, ces essais plus ou moins aventureux ont permis de faire un travail d'élimination qui ne laisse pas d'avoir son importance, quand on se trouve en présence d'un effet qui peut avoir *à priori* tant de causes diverses. De plus, ils ont accentué les probabilités en faveur de certaines explications, du moins partielles. Ainsi il semble bien que la convection de l'électricité par la vapeur d'eau, l'influence des rayons ultra-violets, et les variations de hauteur des niveaux isothermes soient appelées à prendre rang simultanément dans la théorie définitive qu'on travaille à édifier. Car il est tout au moins acquis que les phénomènes électriques de l'atmosphère sont dus à des causes multiples, et c'est un grand progrès de ne plus s'obstiner à vouloir les attribuer tous à un agent unique. Mais il reste beaucoup à faire encore pour démêler le rôle particulier de chacun de ces facteurs. Et c'est ici que s'impose, impérieuse, la nécessité des observations systématiques du champ terrestre électrique concurremment avec les autres éléments atmosphériques qui définissent la situation météorologique ; car jamais on ne pourra rendre compte d'une manière adéquate des variations observées, si on ne peut apprécier exactement la part des causes étrangères, qui les ont influencées au moment de l'observation. Le jour où la mute du potentiel sera observée partout comme la température et la pression, un grand pas aura été fait. Et l'on peut dire, en s'appuyant sur les résultats fournis par l'organisation des réseaux météorologiques pour l'étude des perturbations barométriques, que ce jour-là la question de l'origine de l'électricité atmosphérique sera virtuellement résolue.

V. SCHAFFERS, S. J.

LE

PROBLÈME DE LA MÉMOIRE

en psychologie expérimentale

Aussi longtemps que le problème de la mémoire n'a préoccupé que les psychologues, il paraissait relativement simple. Raisonnant sur les données de l'observation interne et externe, les philosophes ont reconnu que la faculté retentive est composée de trois éléments, trois sous-facultés : la mémoire de conservation ou de fixation, qui permet de *retenir* les idées, les images, les sensations, les émotions qui surgissent dans la conscience ; la mémoire de reproduction, qui nous donne la possibilité de *rappeler* des phénomènes conscients apparus autrefois ; et cela, sans le secours des stimulations qui les avaient engendrés ; enfin la mémoire de *reconnaissance*, laquelle nous permet de distinguer parmi les images, impressions ou émotions encombrant la conscience, celles qui sont neuves de celles qui ne le sont pas, et de préciser à quelle époque antérieure et à combien de reprises ces modifications connues se sont produites auparavant.

L'observation courante a permis de constater que la mémoire est plus intense dans la jeunesse, et s'affaiblit chez le vieillard ; que des différences très notables s'établissent entre les différents hommes au point de vue de la fidélité de la mémoire ; que l'exercice fortifie, que l'inac-

tion diminue la faculté de retenir ; qu'au point de vue qualitatif il y a des types particuliers : certaines personnes ont la mémoire des chiffres ; d'autres la mémoire des localités. Tout cela n'est pas fort compliqué. Chez l'homme normal et sain, le seul que les psychologues purs observent, les nombreux rouages dont est formée la faculté de retenir fonctionnent avec une régularité et un ensemble qui font croire à un mécanisme simple. On n'entrevoit les complications de la mémoire que lorsqu'on l'étudie là où elle fonctionne mal. Les maladies mentales, les intoxications, les traumatismes dissèquent la faculté en ses divers éléments constitutifs ; c'est de cette analyse faite par la nature que les médecins ont eu l'occasion de profiter. Ici comme dans plusieurs autres parties du domaine psychologique, le progrès est venu du dehors.

L'histoire des amnésies est à peu près aussi ancienne que celle de la médecine, mais ce n'est guère que dans ce siècle-ci que les recherches et les observations cliniques savamment conduites, des amnésies et en particulier des aphasies ont bouleversé toutes les idées que nous nous étions faites sur le mécanisme et sur la localisation de la mémoire sensible.

Le plus ancien travail sur ce sujet est l'étude de Louyer-Villermay, *Essai sur les maladies de la mémoire*, parue en 1817 dans MÉMOIRES DE LA SOCIÉTÉ DE MÉDECINE DE PARIS. C'est seulement en 1861 que Broca (1) démontre par deux autopsies, que l'aphasie est liée à une lésion siégeant dans la partie postérieure du pied de la troisième circonvolution frontale du cerveau gauche. La mémoire des mots est localisée d'une façon bien déterminée ; supprimez l'écorce cérébrale du pied de la troisième frontale, vous extirpez chez le sujet opéré tout souvenir des lettres imprimées ou écrites ; vous produisez l'aphasie

(1) Pour la plupart des détails qui vont suivre voyez M. Binet, analyse du travail de Ch. Mirallié : *De l'aphasie sensorielle*. ANNÉE PSYCHOLOGIQUE, 3me année, p. 590.

et l'agraphie, c'est-à-dire toute possibilité de prononcer ou d'écrire un mot quelconque, toute possibilité de reconnaître les mots vus ou entendus.

Supposez que l'on puisse expérimentalement empêcher l'écorce de fonctionner, puis la remettre dans son état normal, on enlèvera puis on rétablira la mémoire des mots. Chez un malade atteint d'aphasie par suite d'une fracture de la boîte crânienne, on constate qu'une esquille s'est glissée entre la partie osseuse située au-dessous de la fracture et la partie correspondante du cerveau, et que cette esquille comprime l'écorce du pied de la troisième frontale ; le malade ne peut ni lire, ni écrire, ni parler ; au moyen d'une pince on retire la parcelle d'os qui comprimait l'écorce du centre de Broca, et la mémoire est soudainement rendue au blessé.

Pendant les premières années qui suivirent la découverte de Broca, on fit une foule d'observations, les unes concordantes, les autres discordantes, naturellement. La découverte de Broca isolait dans l'ensemble de la mémoire un îlot, une zone distincte où se forme la mémoire des mots ; une lésion grave ou la destruction de ce territoire provoque l'affaiblissement ou la perte de la mémoire des mots, alors que la mémoire générale demeure intacte.

La mémoire verbale est elle-même complexe. En 1874, Wernicke propose de diviser les aphasies en deux catégories ; il y a deux sortes d'aphasiques : ceux qui présentent des troubles de la parole, aphasiques moteurs ; ceux qui sont incapables de comprendre les signes visuels ou auditifs, les mots lus ou entendus : aphasiques sensoriels.

Voilà la mémoire des mots scindée en deux sous-mémoires : une mémoire motrice, une mémoire sensorielle.

Un malade peut se trouver dans l'impossibilité d'écrire ou de prononcer les mots ; mais si on lui met devant les yeux une liste de mots écrits, ou si on lui prononce le nom des objets, il les reconnaît parfaitement. La perte de

a mémoire verbale motrice est beaucoup moins grave que a perte de la mémoire sensorielle. Deux ans plus tard, Kussmaul propose une nouvelle division basée sur les observations cliniques : il est des malades atteints d'aphasie sensorielle, c'est-à-dire ne reconnaissant plus les mots, mais seulement quand on les leur montre ; tandis qu'ils reconnaissent encore les mots prononcés ; donc il y a deux espèces de mémoires verbales sensitives, deux sortes d'aphasies sensorielles : la *cécité verbale*, impossibilité de reconnaître les mots vus, et la *surdité verbale* ou impossibilité de comprendre les mots entendus. Enfin, en 1881 (1) Exner affirme qu'il existe une forme spéciale séparée de l'aphasie motrice ; l'impossibilité d'écrire les mots que l'on prononce et que l'on reconnaît, c'est l'*agraphie* résultant de la perte d'une quatrième sous-mémoire, qu'Exner localise dans le pied de la seconde circonvolution frontale gauche. Là se trouverait le centre des mouvements coordonnés de l'écriture.

Voilà quatre mémoires verbales distinctes. Les cliniciens ont longuement discuté sur l'importance relative de chacune de ces mémoires spéciales. Tandis que Wernicke soutient qu'elles sont subordonnées, c'est-à-dire quelles se développent suivant une loi invariable : la mémoire auditive étant la plus ancienne et la mémoire graphique la plus récente, Charcot prétend qu'elles sont toutes les quatre indépendantes, autonomes, chacune se formant à part dans son centre spécial. Une longue discussion s'en est suivie, elle dure encore. Elle porte surtout sur la question de savoir s'il existe, oui ou non, un centre distinct des mouvements de l'écriture. M. Déjerine et quelques-uns de ses élèves parmi lesquels il faut citer M. Mirallié, se sont efforcés d'établir que l'aphasie motrice graphique, ou oubli des mouvements graphiques, n'est qu'une consé-

(1) Binet, *loc. cit.*

quence de la perte des images visuelles, une suite de la cécité verbale.

Un malade ne peut plus former de caractères graphiques, tout simplement parce qu'il ne peut plus se figurer les caractères qu'il doit copier. Ses muscles et les centres qui les commandent sont intacts, mais le modèle à reproduire fait défaut. Dès lors, il faut considérer la perte de la mémoire verbale graphique non comme la suite de l'altération d'un centre moteur, mais comme la conséquence de la perte des images visuelles des mots. Est-il indispensable d'admettre l'existence d'un centre graphique autonome ? En d'autres mots, suffit-il d'avoir des images visuelles des mots pour que la reproduction de ces images soit possible ? Certes ce sont les muscles de la main et de l'avant-bras qui forment les caractères écrits, mais sont-ils seuls capables de le faire ? M. Preyer a fait à ce sujet des observations fort intéressantes : il s'appuie sur ce fait que l'on peut écrire avec toutes les parties mobiles du corps. Les patineurs adroits tracent des lettres sur la glace ; les enfants s'amusent à former avec le doigt des mots en clair sur une glace embuée ; la pointe de la langue, l'extrémité du nez peuvent à la rigueur remplacer la touche ou le crayon.

D'autre part, chacun, dans le tracé des caractères écrits, déforme à sa façon les modèles classiques ; ces altérations sont tellement constantes qu'elles servent de base à la graphologie et aux expertises. Personne ne forme les lettres d'une façon absolument correcte.

Or s'il existe un centre graphique autonome, il est tout naturel de supposer que c'est dans l'anatomie ou la physiologie de ce centre qu'il faut chercher la cause des particularités individuelles de l'écriture. Mais Preyer a constaté que ces déformations constantes se retrouvent dans les lettres formées avec la pointe du pied, l'extrémité de la langue, le bout du nez, etc. aussi bien que dans celles tracées par la main. Ne convient-il pas dès lors de

e ranger à l'avis de M. Déjerine, et de croire que nous éformons les lettres parce que nous les voyons mal ɔrmées dans le centre visuel? Il n'existerait donc que trois spèces de mémoires verbales : la mémoire visuelle des aractères, la mémoire auditive des mots et la mémoire ıotrice d'articulation.

Charcot a entrevu le premier l'importance de cette istinction tant pour le psychologue que pour le clinicien ; u point de vue de la mémoire verbale, il divisait les ommes en trois catégories : visuels, auditifs et moteurs.)'après lui, les mots retenus ou reconnus par les divers ujets, le sont chez les uns sous forme d'images visuelles, ɜs autres retiennent les sons, et les troisièmes les mouveıents d'articulation ou d'écriture. Hâtons-nous de dire u'on ne peut, au point de vue de l'imagination et de la ıémoire verbale, grouper les êtres conscients en trois lasses nettement distinctes : le visuel, l'auditif, le moteur urs n'existent pas ; les innombrables travaux expérimenıux faits sur la mémoire verbale montrent que l'on ɜtient certains mots sous forme d'images visuelles, 'autres, sous forme de sons ou de mouvements. La table ɜ multiplication, chez presque tous les sujets que j'ai pu ɔserver, se retient par l'oreille ; l'orthographe usuelle et la ructure interne des mots sont retenues presque toujours ır les centres moteurs ; lorsque le sujet doute s'il faut un ı deux *p* à *apercevoir*, il écrit rapidement le mot sans ;garder. Néanmoins, la classification de Charcot a fait rtune ; elle s'applique admirablement, non à la faculté ı langage, mais surtout à l'ensemble des images céré·ales. On a fait de très nombreuses enquêtes et expéɜnces pour déterminer le genre d'imagination et de émoire de beaucoup de sujets. L'enquête la plus simple fait en dressant une liste de termes et en priant les verses personnes auxquelles on la soumet, d'écrire en gard de chaque mot l'image qu'il évoque spontanément. :enons, par exemple, le mot *Dieu*. Chez les uns ce

terme évoque la figure d'un vieillard vénérable etc., et chez certains visuels le mot « Dieu » imprimé ou écrit ; chez les auditifs se produit une image sonore spéciale, d'une hauteur, d'une intensité et d'un timbre déterminés ; chez les moteurs l'aspect du mot provoque une excitation des muscles phonateurs, un commencement de prononciation : pour être plus exact, il faut dire que l'aspect du vocable produit chez chaque homme l'ensemble de ces trois espèces d'images ; seulement, d'après la tournure de son imagination, l'une des trois se produit avec une intensité prédominante. Si les trois formes de mémoire visuelle, auditive, motrice sont les plus importantes, elles sont loin d'être les seules. Il y a la mémoire gustative, olfactive, relativement rare ou peu développée chez l'homme, la mémoire des émotions, parfois fort développée, la mémoire de la sensibilité générale, etc. La mémoire sensible, on le voit, est extrêmement complexe. Non seulement il existe une mémoire verbale autonome subdivisée elle-même en trois sous-mémoires nettement distinctes, mais l'ensemble des souvenirs se fixe sous des formes très particulières. Toutes ces mémoires se sont formées à la suite de sensations ; toutes sont localisées dans des centres différents.

« En fait, il n'y a pas une mémoire — a dit M. Ribot — mais des mémoires. » Cette parole de l'éminent professeur au Collège de France, résume admirablement la modification profonde du problème de la mémoire survenue par suite des progrès réalisés en dehors de la psychologie proprement dite. Dans son ouvrage célèbre, *Les maladies de la mémoire*, paru pour la première fois en 1883, et dont les éditions se succèdent avec une rapidité singulière, M. Ribot a résumé magistralement les résultats obtenus par les cliniciens. On peut dire que l'apparition de son livre a été la cause première d'une orientation nouvelle dans l'étude de la mémoire en psychologie.

Du moment que la mémoire sensible a, comme la sensation, une base anatomo-physiologique, elle doit être

tudiée comme la sensation, soumise à l'analyse qualitative t quantitative ; la question est mûre pour le laboratoire.

Aussi, depuis quelque dix ans de nombreux travaux l'analyse ont été produits dans les divers laboratoires de sychologie expérimentale ; nous ne sommes qu'au début lu mouvement très actif de recherches sur ce problème l'une importance capitale au point de vue pédagogique : t déjà de ci de là, on a recueilli des résultats précieux. e ne puis décrire ici ce vaste mouvement, exposer par le menu même les travaux les plus marquants, encore moins n faire la critique. Je me contenterai d'en résumer quelues-uns choisis un peu partout, pour donner une idée du nouvement actuel.

Voici d'abord quelques travaux ayant pour objet de éterminer la nature de la mémoire prédominante d'un ujet. La plupart des recherches de ce genre ont été faites ur un petit nombre de sujets, voire sur un seul.

Un des premiers et des plus réussis est l'analyse que t en 1893 M. A. Binet, directeur du laboratoire de sychologie de la Sorbonne, sur la mémoire des grands alculateurs et des joueurs d'échecs (1). Il y a des joueurs 'échecs qui engagent plusieurs parties à la fois sans voir s échiquiers. Il semble qu'un joueur ne puisse se guider ans des conditions semblables, que par la seule mémoire uditive : on lui *dit* au fur et à mesure quels sont les coups its par l'adversaire ; lui-même *dit* comment il convient e riposter ; les analyses et expériences très ingénieuses e M. Binet ont démontré que le joueur d'échecs se sert rtout d'images visuelles et secondairement d'images erbales ; mais ses images visuelles ne sont pas concrètes, ne voit pas distinctement les divers échiquiers, la forme, couleur et la position de chacune des pièces, comme le oyait Taine ; « la mémoire visuelle du joueur est le plus

(1) *Psychologie des grands calculateurs et des joueurs d'échecs.* ris, Hachette, in-18, p. 364.

souvent *abstraite* ; elle ne retient de chaque pièce et des positions sur l'échiquier que ce qui est essentiel pour jouer, c'est-à-dire, la portée des pièces et leur position. Du reste, quand le fort joueur opère devant l'échiquier, il a également une perception abstraite des pièces. Cette mémoire visuelle géométrique a été très bien décrite, en des termes différents, par un grand nombre de joueurs » (1).

L'analyse de la mémoire des deux calculateurs célèbres *Inaudi* et *Diamandi*, montre que le premier est un auditif et le second un visuel. M. Binet a mis cette opposition en relief de la manière la plus saisissante : Inaudi retient les chiffres et les nombres sous forme de sons (2), d'où la conséquence que si, au lieu d'écrire par séries continues les chiffres qu'on lui fait retenir, on les dispose d'une façon spéciale, en formant des dessins réguliers, l'auditif devra toujours, pour retrouver le 5°, le 10°, le 15° chiffre, répéter tous ceux qui précèdent. Le visuel au contraire, qui voit dans son imagination le tableau noir avec les chiffres écrits *chacun à la place qu'il occupait*, pourra se dispenser de relire la série des chiffres précédents. C'est ce que M. Binet a démontré. Il a présenté à Inaudi et à Diamandi 25 chiffres, écrits de manière à former un carré de 5 chiffres de côté. Les deux calculateurs ont appris la série de 25 chiffres. Diamandi, visuel, en 9 secondes et Inaudi, auditif, en 7 secondes. La mémoire auditive d'Inaudi apparaît ici supérieure à la mémoire visuelle de Diamandi. Mais quand on a prié les sujets de répéter les chiffres colonne par colonne, en commençant par le chiffre inférieur de chaque colonne, le visuel Diamandi a accompli ce tour de force en 36 secondes, ce qui peut sembler relativement long, et l'auditif Inaudi a eu besoin de 96 secondes, c'est-à-dire près de trois fois autant de temps. De même, Diamandi répète bien plus rapidement qu'Inaudi

(1) A. Binet. Analyse de l'ouvrage cité, dans REV. PSYCH., 1re année, p. 401.
(2) Très probablement, des sons et des mouvements d'articulation.

ɔs chiffres rangés par colonnes descendantes, en diago-
ale, etc. Cette ingénieuse expérience de M. Binet permet
e distinguer presque instantanément un visuel d'un
uditif. Ce test constitué par des lettres, chiffres ou mots
isposés de façon à former des figures, est un réactif aussi
récieux que le papier de tournesol rouge ou bleu décelant
ɔs bases et les acides.

M. H. Münsterberg, un psychologue allemand devenu
irecteur d'un laboratoire américain, a fait, vers le même
ɔmps, en collaboration avec M. Bigham, une série systé-
ıatique d'expériences à l'effet de déceler laquelle des deux
ıémoires, visuelle ou auditive, est supérieure à l'autre, ou
lus exactement, l'influence qu'a sur la mémoire l'organe
es sens employé. Les expériences ont été faites sur cinq
ıjets seulement; c'est fâcheux, d'autant plus que tous les
inq avaient à peu près le même âge : vingt-quatre ans.
ıfin, les auteurs de ce travail ont négligé d'interroger
ıurs sujets. L'enquête minutieuse que l'expérimentateur
ıit sur l'état d'esprit du sujet pendant le cours des expé-
ences, est d'une importance capitale.

Les auteurs ont prié leurs sujets de retenir des séries
ɔ chiffres et des séries de couleurs. Les chiffres sont
ɔrits chacun sur un carré de papier et les couleurs fixées
ır des carrés semblables.

On présente d'abord aux regards du sujet la série des
ıiffres, la série des couleurs. On les retire. On met à sa
sposition des carrés semblables à ceux qu'il a regardés ;
doit, de mémoire reconstituer des séries modèles. Il y
des séries courtes de dix unités, d'autres longues,
ımposées de 20 chiffres, de 20 couleurs.

Pour mesurer la mémoire visuelle seule, on place les
ɔries devant les yeux du sujet, de façon que chaque
rme soit fixé pendant deux secondes. Pour étudier la
émoire auditive seule, on prononce les noms des chiffres
des couleurs sans que le sujet les regarde. Le nombre
us ou moins grand d'erreurs que le sujet fera en recon-

stituant les séries vues ou entendues, rapporté au nombre d'erreurs possibles, donnera la mesure de sa mémoire visuelle ou auditive ; en supposant, bien entendu, que le sujet n'ait jamais converti ses images visuelles en auditives, et vice versa. Les auteurs semblent avoir négligé de vérifier s'il n'y a pas eu de pareilles substitutions.

Voici les résultats obtenus : chez les cinq sujets observés on constate que la moyenne des erreurs commises par la mémoire visuelle pure est de $\frac{1}{5}$ environ (exactement 20,5 p. c.), tandis que la moyenne des erreurs commises par la mémoire auditive est de $\frac{1}{3}$ environ (exactement 31,6 p. c.) ; on peut conclure de ces chiffres que chez les sujets observés la mémoire visuelle l'emporte sur l'auditive pour retenir les chiffres et les couleurs.

Qu'arrive-t-il si on s'adresse à la fois à la mémoire visuelle et à la mémoire auditive ? Quand on fait regarder à un sujet *tous* les termes d'une série et que l'on nomme *tous* ces termes en même temps, le nombre d'erreurs diminue considérablement. Ainsi un sujet chez lequel la mémoire des chiffres donne, pour la série auditive une moyenne d'erreurs de 14,1 p. c., et pour la série visuelle une moyenne d'erreurs de 10,5 p. c., lorsque les chiffres sont simultanément vus et entendus, voit sa moyenne d'erreurs descendre à 3,9 p. c. Mais le résultat est tout autre, lorsqu'on présente au sujet des séries de chiffres et de couleurs dont on lui fait regarder quelques termes et écouter les autres ; dans ce cas, les deux sortes de mémoires se font tort ; la moyenne des erreurs monte et atteint, dans les expériences de M. Münsterberg, 39,3 p. c.!

Comme le fait fort bien remarquer M. Binet dans l'analyse (1) qu'il fait du travail de M. Münsterberg, les résultats obtenus font entrevoir des conséquences très importantes au point de vue pédagogique ; seulement il faudrait refaire les expériences avec plus de rigueur, sur

(1) ANNÉE PSYCH., 1re année, p. 411.

n nombre beaucoup plus considérable de sujets, et surout, interroger chaque sujet sur sa manière personnelle e procéder. Je faisais récemment, au laboratoire de and, un travail préparatoire pour constater si les sujets etiennent les séries de mots écrits en grands caractères ieux que ceux qui sont formés de caractères courants ; près avoir constaté chez une dizaine de sujets un avanige constant quand on écrit les mots plus grands, je renontre un sujet qui avait commis exactement le même nomre d'erreurs dans les séries de 49 mots de l'une et l'autre spèce. Dans le cours de l'examen que je lui fis subir, appris qu'il ne se représentait chaque mot que par mage que ce mot désigne ; il convertissait immédiatement mage visuelle du mot en l'image visuelle de l'objet ; cette ernière demeurait fixée dans sa mémoire ; l'influence de dimension des caractères n'était plus même en cause.

Ces enquêtes particulières, conduites d'après un plan éconçu, fournissent des indications de la plus haute leur ; il est même très souvent utile, quand on a affaire un sujet réfléchi et intelligent, de lui demander s'il n'a s d'objections ou d'observations à présenter au sujet de technique employée. La critique des expériences faite r le sujet contribue à assurer aux conclusions la rigueur i fait tout leur prix.

J'ai parlé du rôle très important que joue dans la émoire le sens musculaire ; nous retenons certaines rmes, parce que nous nous souvenons des mouvements e les muscles de l'œil ont imprimés au globe oculaire ur fixer leurs contours.

Il est fort difficile de mesurer la mémoire visuelle pure ; faut pour cela prendre des séries d'objets sans formes rêtées, des points lumineux d'éclat ou de couleur variable.

Quand on fait retenir des mots que l'on prononce, il est ficile d'empêcher le sujet de les répéter intérieurement ; muscles de l'appareil phonateur se contractent ou du ins modifient leur tonicité. On ne s'adresse pas à la

mémoire auditive, mais à la mémoire *verbo-auditive*. Cette mémoire complexe joue un rôle considérable dans la formation intellectuelle.

La mémoire musculaire a été étudiée par M. Th. L. Smith. Les résultats de ses recherches sont consignés dans un travail paru en juillet 1896 et portant pour titre : *On muscular memory* (1). C'est un travail fait avec beaucoup de soin ; l'auteur a suivi une méthode rigoureuse, il a interrogé ses sujets. Ceux-ci sont malheureusement en petit nombre, cinq seulement. Il est vrai que l'on trouve malaisément beaucoup de personnes assez dévouées pour se soumettre aux longues et fastidieuses séries d'expériences qui forment la base de la plupart des recherches psycho-physiologiques.

Les tests employés sont des syllabes, simples assemblages de voyelles et de consonnes, dépourvus de signification. Les sujets ont été invités à regarder les syllabes et pouvaient en même temps les prononcer intérieurement ; puis on leur a présenté à lire des syllabes analogues en leur défendant d'articuler. Pour empêcher les contractions des muscles phonateurs, l'auteur a essayé d'abord de faire chanter un air de musique imposé ; malheureusement, les sujets qui n'étaient pas musiciens étaient obligés de s'appliquer pour y réussir ; de là, un dédoublement de l'attention qui faussait les résultats. Il a eu recours à un moyen plus simple : compter. J'ai employé ce procédé, imposant au sujet de compter de 1 à 10, en recommençant tant que durait l'expérience. Ce travail purement mécanique n'exige qu'une attention si faible, qu'on peut ne pas en tenir compte ; cependant, il suffit pour empêcher complètement le sujet de prononcer intérieurement les syllabes qu'on lui montre. M. Smith a présenté à ses sujets des séries de 10 syllabes ; dans chaque séance il en faisait apprendre 10 séries, soit 100 syl-

(1) Dans AMERICAN JOURN. OF PSYCHOLOGY, vol. VI, p. 4.

abes en tout. Chaque série de 10 était présentée durant 10 secondes. Le sujet devait reproduire la série de 10 après un repos de 70 secondes. On a consacré des séances péciales à la mensuration de la mémoire visuelle pure, t à l'étude de la mémoire visuelle motrice.

La moyenne des erreurs commises par les cinq sujets xaminés atteint 17 p. c. pour la mémoire visuelle pure, t seulement 12 p. c. pour la mémoire visuelle motrice. Pour prévenir toute critique, l'auteur a vérifié si le fait e compter ne faussait pas les résultats. Le chiffre de 0 p. c., comparé à 17 p. c., est-il dû uniquement au oncours des muscles phonateurs ? En d'autres termes, si n comptant on retient moins bien, est-ce uniquement arce que l'on ne peut prononcer les syllabes que l'on voit, u bien cette infériorité résulte-t-elle de ce que l'attention st partagée entre le travail des yeux qui fixent les yllabes et celui des muscles phonateurs qui comptent les ombres ?

Pour élucider ce fait, M. Smith a eu recours à un procédé vraiment ingénieux. Des groupes de lettres peuvent représenter au moyen de signes graphiques habituels, u bien par des mouvements représentatifs des doigts et la main ; l'auteur a fait apprendre à six de ses sujets, alphabet des sourds-muets. Si on présente à un sujet nsi entraîné, des séries de syllabes, il peut les retenir us forme d'images visuelles seulement, ou, en même mps qu'il les fixe dans les centres psycho-optiques, les aduire en mouvements de la main, et les enregistrer us forme de contractions musculaires dans les centres lobe pariétal. Il les recueille dans ce dernier cas sous ux formes : images visuelles et images de mouvement. on compare le nombre des erreurs commises dans la rie visuelle, au nombre correspondant de la série visue motrice, on constate que dans cette dernière, les reurs sont moins nombreuses ; la proportion varie de jusqu'à 22 p. c.

Il y a plus, la mémoire musculaire paraît plus sûre que la visuelle : il est arrivé au cours des expériences que les sujets hésitaient sur le terme à reproduire, ils ne le voyaient pas, mais leurs doigts l'esquissaient ; vérification faite, l'œil avait oublié, la main avait retenu.

L'auteur a démontré également par la comparaison des totaux d'erreurs commises, que, lorsqu'on compte *automatiquement*, ce travail a pour conséquence unique d'inhiber les mouvements d'articulation des syllabes, et ne ralentit pas la lecture.

Une remarque importante au sujet de l'attention : les sujets qui retiennent le mieux, sont ceux qui, de leur propre aveu, relisent le moins fréquemment les séries présentées. Le temps pendant lequel on leur soumet la série, étant limité, plus fréquemment ils relisent les dix termes, moins longuement ils les considèrent chaque fois. Or, ce sont les sujets qui fixent longuement une seule fois les dix termes, qui les reproduisent le plus fidèlement. Ceux qui les regardent rapidement, deux fois, commettent plus d'erreurs, et les sujets qui les relisent encore plus souvent, trois ou quatre fois, les retiennent moins fidèlement encore.

D'où ce principe pédagogique, auquel, pour ma part, je me rallie pleinement : Si vous voulez retenir un texte, lisez-le une, deux, trois fois tout au plus, mais lentement.

Cette vérité dégagée par l'expérimentation devrait faire réfléchir les très nombreux étudiants qui croient émerveiller leurs camarades, en déclarant qu'ils ont relu quinze fois tel cours !

Des deux travaux que nous venons de résumer, on peut tirer déjà une conclusion très intéressante : c'est que plus est grand le nombre des organes sensoriels intéressés dans le travail de mémorisation, plus les souvenirs seront fidèles. Il faut fixer les images à la fois par les oreilles et par les yeux, et surtout par l'ensemble des trois sens fondamentaux, visuel, auditif et musculaire ; lire, prononcer et s'écouter prononcer.

Le travail de M. J. Cohn (1) a pour but de rechercher n criterium net et pratique pour déterminer si un sujet st plutôt auditivo-moteur ou visuel. C'est une étude fort ien faite. On se sert comme tests de tableaux divisés en ıses. Soit, par exemple, une feuille de carton partagée ar des lignes horizontales en trois bandes égales ; puis ıaque bande coupée en trois compartiments par trois gnes verticales. Dans chacune des douze cases du tableau st placée une lettre de l'alphabet. Les douze lettres sont résentées au sujet durant l'espace de quelques secondes. [. Cohn a limité cette durée à 12 secondes, soit 1 par ttre *en moyenne*. Le sujet doit retenir les 12 lettres et ur place respective. Après un intervalle de temps, le-ıel, dans les expériences de M. Cohn, variait de 10″ à 30″, ı mesurait la mémoire par deux procédés. Tantôt on pré-ntait au sujet un tableau divisé en 12 compartiments, ais n'ayant de lettres que dans une seule case. Le sujet vait dire si cette lettre était la même que celle qui cupait la case correspondante du tableau servant de odèle. C'est la mesure de la mémoire de reconnaissance. antôt on lui présentait un tableau divisé en 12 cases et portant aucune lettre ; on priait le sujet, en lui dési-ıant une des cases vides, de dire quelle lettre occupait tte case dans le tableau appris par cœur. Ceci mesure la émoire de reproduction. L'auteur a fait 24 expériences r chacune de ces mémoires.

Pour déterminer au moyen de ces tests la nature de la émoire prédominante d'un sujet, l'auteur se base surtout r l'importance du trouble apporté par les distractions nature diverse.

Deux sujets (c'est bien peu, malheureusement) ont été umis à cinq genres d'expériences :

1) *Experimentelle Untersuchungen über das Zusammen-Wirken akustisch-motorischen und des visuellen Gedaechtnisses*, paru s ZEITSCHRIFT FÜR PSYCHOLOG. U. PHYSIOLOG. D. SINN. XV, pp. 161-184.

1° Ils apprennent le tableau des douze lettres en lisant à haute voix.

2° Ils lisent en s'efforçant de ne pas prononcer les lettres.

3° Ils lisent en émettant pendant tout le temps un son; en chantant une voyelle.

4° Ils lisent en comptant automatiquement de 1 à 20.

5° Ils lisent en faisant des calculs qui exigent une attention faible.

Chaque sujet a fait 48 expériences de chaque sorte.

Les résultats montrent que le premier est visuel, le second auditivo-moteur.

Une autre série d'expériences sur dix sujets a permis de distinguer nettement les visuels des auditivo-moteurs.

Hâtons-nous de dire que les résultats obtenus par M. Cohn ne prouvent pas du tout que le premier de ses sujets, par exemple, ne pense généralement que par images visuelles, et le second par images auditivo-motrices.

On ne peut conclure que pour le genre de tests employés. Et encore! Un sujet chez qui les images visuelles prédominent a néanmoins, à côté de celles-là, des images auditivo-motrices.

Mes enquêtes m'ont appris qu'un visuel, qui voit écrits dans son imagination les termes qu'il s'est exercé à retenir, et en ayant perdu un certain nombre, peut retrouver une ou plusieurs de ces images visuelles effacées, non plus sous forme visuelle, mais auditive, ou mieux auditivo-motrice. L'attention joue ici un rôle très important. Quoi qu'il en soit, on peut conclure de ce travail qu'il est possible de distinguer objectivement si une personne donnée, pour une espèce d'objets donnée, a des images visuelles prédominantes, ou bien si ce sont les images verbo-auditives qui jouent le rôle principal. Pour cela on mesure simplement l'effet des distractions auditivo-motrices; si cette influence est considérable, le sujet est auditivo-moteur; si elle est faible, il est visuel.

Lorsqu'on veut mesurer chez un sujet l'intensité de la ɜmoire verbo-auditive, une des plus grosses difficultés ıe l'on rencontre résulte de la presque impossibilité de pprimer tout son autre que celui des stimulations ditives. Quand ces bruits deviennent gênants, il n'est s rare que le sujet, pour retenir malgré tout les mots e l'on prononce, les convertisse en images visuelles.
Nous venons de parcourir rapidement quelques-uns des ns travaux d'analyse qualitative de la mémoire. Les nclusions qui s'en dégagent ne sont ni nombreuses, ni finitives; elles sont néanmoins importantes : certaines s que l'on croyait pouvoir formuler en se basant sur xpérience, sortent de ces recherches scientifiquement montrées; celle-ci entre autres : on retient d'autant plus ·ilement qu'on fixe les objets dans un plus grand nom- ɜ de mémoires spéciales : à la fois visuelle et auditive, surtout visuelle-motrice et auditivo-motrice.
D'autres questions telles que la distinction des types en uels, auditifs et moteurs, se trouvent confirmées mais gulièrement transformées et compliquées.
Et ceci témoigne d'un vrai progrès; toute question logique qui semble simple est encore fort éloignée de solution.

Passons en revue quelques travaux caractéristiques, ılysant la mémoire au point de vue quantitatif.
Voici d'abord une étude de MM. Binet et Henri : *Le eloppement de la mémoire visuelle chez les enfants* (1).
ı auteurs ont mesuré la mémoire visuelle ou plutôt la noire visuelle-motrice chez trois cents enfants des les primaires de Paris.
Les sujets avaient de sept à treize ans.
l s'agissait dans les expériences instituées, de retenir ctement la longueur d'une ligne verticale. Cinq lignes

(1) Dans REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES, 15 mars 1894.

ont été successivement présentées ; la plus courte avait *un millimètre et demi*, la seconde *quatre millimètres*, la troisième *seize millimètres*, la quatrième *quarante millimètres*, la cinquième *soixante-huit millimètres*.

Les auteurs ont employé la méthode *de reconnaissance* et la méthode *de reproduction*.

Méthode de reconnaissance. On présente au sujet la ligne modèle ; puis, après un intervalle de cinq secondes, on lui présente un ensemble de lignes verticales disposées par ordre de grandeur ; dans cette série le sujet doit désigner quelle est la ligne qui a la même longueur que le modèle.

Le nombre des lignes était de 20 par série, pour les lignes se rapprochant des deux plus petits modèles 1,5 mm. et 4 mm. La plus petite était un point, la plus longue avait 10 mm., les intermédiaires différaient toutes entre elles de 0,5 mm.

Les trois modèles plus grands devaient être retrouvés dans une série de vingt et une lignes dont la plus petite était un point, la plus longue avait 80 mm. ; les intermédiaires différaient entre elles de 4 mm. Ces lignes étaient distantes de 15 mm.

Méthode de reproduction. Le sujet, après avoir regardé le modèle, doit le reproduire avec un crayon.

MM. Binet et Henri concluent des résultats obtenus, que la mémoire visuelle, *et les facultés qui l'accompagnent, attention, jugement*, etc. (1) croissent régulièrement avec l'âge. Comme il fallait s'y attendre, les erreurs sont considérables ; elles atteignent 73 p. c. chez les écoliers du cours élémentaire, 69 p. c. chez ceux du cours moyen et seulement 50 p. c. chez les élèves du cours supérieur.

L'âge moyen des premiers est de 7 à 9 ans ; des derniers, de 11 à 13 ans.

(1) Je cite ici le texte même de M. Binet (ANN. PSYCH., 1re année, p. 403), mais en soulignant des mots qui ne le sont pas dans le texte des auteurs.

Dans la méthode de reconnaissance, les sujets ont une ndance à considérer comme égales au modèle des lignes ıi sont en réalité moins longues, donc à raccourcir les gnes.

Quant à la méthode de reproduction, quand on compare ı modèle les lignes reproduites par le sujet, on constate ıe les modèles longs sont raccourcis, les modèles courts longés. Les lignes de 1,5 mm. et de 4 mm. sont allon-ıes ; celles de 16 mm., 40 mm., 68 mm. raccourcies.

Il est très intéressant d'observer que les plus jeunes ıjets raccourcissent les grandes lignes plus que leurs nés.

Cette erreur ne tient pas uniquement à la mémoire. En fet, si on fait comparer directement sans recourir à la tentivité, en plaçant en regard le modèle et la série des gnes parmi lesquelles il est compris, les sujets com-ettent des erreurs moindres mais de même sens.

Se plaçant à un point de vue plus directement pédago-que, M. B. Bourdon, professeur de psychologie à la ıculté des Lettres de l'Université de Rennes, a étudié *influence de l'âge sur la mémoire immédiate* (1).

Pour mesurer la mémoire immédiate, on compte le ımbre d'erreurs que commet un sujet, lorsqu'il répète ssitôt après les avoir entendues des séries de chiffres, lettres, de monosyllabes, de syllabes et de trisyllabes.

Le sujet ne peut employer aucun moyen mnémotech-que ; il lui est défendu de rythmer ou de grouper.

Les expériences ont porté sur cent sujets environ, tous ıves d'un lycée, examinés chacun individuellement. L'âge ces jeunes gens variait de 8 à 20 ans.

« Dès l'âge de 8 ans — dit M. Bourdon — les fautes nt nulles ou très rares pour 5 chiffres, 4 monosyllabes 4 dissyllabes ; elles sont rares encore pour 4 trisyllabes.

1) REVUE PHILOSOPHIQUE, août 1894.

D'autre part, aucune série de 10 chiffres, de 10 lettres ou de 8 mots n'a pu être répétée sans faute, et même il a été exceptionnel que 9 chiffres, 9 lettres et 7 mots pussent être répétés. » Voilà une mesure quantitative bien nette, expérimentalement établie, et fixant les limites de la mémoire immédiate entre 8 et 20 ans.

La mémoire immédiate demeure à peu près constante de 8 à 20 ans ; l'auteur propose cependant de distinguer deux périodes, la première allant de 8 à 13 inclusivement, pendant laquelle il y a un accroissement léger ; la seconde allant de 14 à 20, durant laquelle on ne constate aucune amélioration sensible. L'auteur, se basant sur ses observations personnelles et sur les conclusions de MM. Jacobs et Galton, croit pouvoir établir une relation directe entre l'intensité de la mémoire immédiate et le développement intellectuel ; mais c'est là sortir de notre domaine. Je crois, d'ailleurs, que la question de la mesure de l'intelligence est encore bien éloignée d'une solution même approximative.

Une étude très consciencieuse sur la relation entre la mémoire et l'intelligence, ou même, sur l'intensité de la mémoire aidée par l'attention, a été faite par M. W. G. Smith (1). Commencé en 1893 au laboratoire de M. Wundt à Leipzig, ce travail a été achevé en 1894 au laboratoire de physiologie d'Oxford.

La méthode est empruntée à M. Münsterberg ; c'est-à-dire que l'on se sert comme tests de tableaux divisés en cases, dans l'espèce 12 cases sur trois rangs de quatre, et contenant chacune une lettre de l'alphabet (2). Ces tableaux placés dans l'obscurité sont brusquement éclairés durant l'espace de 10 secondes.

Neuf sujets ont pris part à la série des expériences.

(1) W. G. Smith, *The relation of Attention to Memory*, MIND, janvier 1895.

(2) Voir plus haut, p. 469.

Chaque sujet doit, après avoir regardé le tableau pen-
ant 10 secondes, reproduire les lettres sur un carton
nalogue.

Les expériences sont de quatre sortes :

1re série : On présente les tests sans distraire le sujet.

2me série : On les présente en provoquant chez le sujet
es distractions, c'est-à-dire des stimulations du sens
usculaire : dans l'espèce on priait le sujet de suivre, en
appant avec le doigt, le rythme d'un métronome battant
o à 70 fois par minute.

3me série : Le sujet suit le rythme en donnant chaque
is la note *la*.

4me série : Le sujet prononce à chaque fois un terme
une série de chiffres obtenue par addition, par exemple :
4, 6, etc.

La mémorisation visuelle se fait donc, ou bien sans
straction, ou bien malgré les distractions que l'auteur
pelle *musculaires*, *vocales* et *mentales*.

Or, le nombre moyen des erreurs étant, quand le sujet
est pas distrait, 7,4 (1) devient, sous l'influence des dis-
actions musculaires, 7,95, pour monter, quand l'atten-
on est contrariée par des distractions vocales, à 8,75 et
teindre finalement, sous l'empire des distractions men-
les, le chiffre trés élevé de 9,7 sur 12.

Citons en passant le travail de M. L. G. Withehead
A Study of Visual and Aural Memory Processes (2).
est une étude d'analyse qualitative, puisque l'auteur a
suré sur onze sujets laquelle des mémoires visuelle ou
litive joue le rôle principal dans la retentivité ; mais
antitative également, et à ce point de vue l'auteur a
stité un fait d'une importance capitale, à savoir que
ite impression fixée sous n'importe quelle forme laisse

) Ce nombre paraît considérable ; mais il faut noter que l'auteur consi-
e comme erreurs, non uniquement les oublis, mais les substitutions de
res dans les cases.

) PSYCHOLOG. REV. New-York, 1896.

entre les écoliers de race blanche et ceux de race noire fréquentant les cours dans certaines écoles des États-Unis (1).

Le nombre des sujets examinés a été de mille. Les enfants blancs étaient plus jeunes, 11 ans en moyenne ; les enfants noirs avaient 12 $\frac{1}{2}$ ans.

On récitait aux sujets une série de vers. Ils devaient les reproduire de mémoire. Pour apprécier les résultats on divisait les réponses en quatre catégories : celle qui méritait la note *bien* était cotée 100 ; les copies estimées *assez bien* valaient 75 ; les *moins bonnes* 50 ; et les *médiocres*, 25. C'est, on en conviendra, une division un peu large. En prenant d'après l'ensemble des cotes la valeur de la mémoire chez les enfants noirs, on obtenait 58,27, et chez les blancs 58,09 ; soit une infériorité tout à fait négligeable pour les derniers. Si au point de vue de l'intensité de la mémoire les enfants noirs semblent aussi favorisés que les blancs, ils paraissent inférieurs pour l'ensemble du développement intellectuel. En se basant sur les résultats obtenus dans les études, on est amené à représenter par 74,32 la valeur intellectuelle des enfants blancs et seulement 64,73 celle des enfants noirs. L'auteur admet d'ailleurs que les enfants noirs ont au point de vue de l'instruction une infériorité très marquée, provenant de ce qu'ils connaissent mal l'anglais qui sert de langue véhiculaire. Peut-être bien que si les nègres apprenaient les mêmes matières dans leur langue maternelle, la différence marquée par les chiffres 74 et 64 disparaîtrait.

De tous les travaux faits sur des groupes nombreux de sujets, le plus intéressant au point de vue pédagogique est celui que firent en 1893 MM. A. Binet et V. Henri, sur la mémoire verbale chez les écoliers. Ce travail par-

(1) G. T. Stitson, *Some memory tests of Whites and Blacks*, dans PSYCH. REV., 4 mai 1897.

faitement conduit a paru dans l'ANNÉE PSYCHOLOGIQUE, 1re année, 1894.

« La mémoire verbale, qui offre à l'éducateur un intérêt spécial, parce que c'est elle qui, à tort ou à raison, a été jusqu'ici le principal fondement de l'instruction ; la mémoire verbale comprend toutes les formes du langage parlé ou écrit. Comme il faut commencer par les choses les plus simples, nous avons examiné dans ce premier essai la mémoire des mots isolés, réservant pour une seconde étude, la mémoire des phrases. La mémoire des mots isolés consiste à retenir, dans l'ordre où on les apprend, une série de mots, dont chacun présente un sens défini, mais qui sont sans rapport les uns avec les autres ; tels sont les mots : cheval, escalier, vertu, domicile, conjugaison.... etc. (1) »

Les expériences ont été faites sur 380 sujets, élèves des écoles primaires de Paris, âgés de 8 à 13 ans.

Voici comment les expérimentateurs ont procédé. Le maître expliquait aux écoliers l'épreuve qu'on allait tenter. Chacun apprêtait une feuille de papier blanc, inscrivait en tête son nom, son âge, la classe, cours supérieur, moyen ou élémentaire et le nom de l'école.

MM. Binet et Henri exposent longuement les causes d'erreurs inséparables des expériences faites collectivement ; impossible d'interroger les sujets, d'où ignorance des procédés particuliers employés ; d'ailleurs il est bien difficile, pour ne pas dire impossible, d'obtenir des réponses parfaitement sincères de la part de sujets aussi jeunes. J'ai moi-même fait un travail de mensuration sur la grandeur des illusions d'optique, dans une des meilleures écoles primaires de Gand, et j'ai pu constater combien les enfants sont désorientés par l'étrangeté du procédé opératoire. Les uns considéraient les expériences comme un jeu, et prêtaient fort peu d'attention ; les autres me prenaient

(1) MM. Binet et Henri, *op. cit.* ANNÉE PSYCH., 1re année, p. 1.

pour un inspecteur mystérieux, et s'efforçaient de lire sur mon visage si j'étais satisfait de leurs réponses. Aussi, ces expériences faites sur des groupes d'écoliers n'auraient-elles aucune valeur, si le grand nombre des épreuves et des sujets ne contrebalançait ces causes d'erreur ; malgré leurs caractères et leurs procédés différents, ces nombreux sujets donnent des réponses concordantes. Il se dégage de l'ensemble des ordonnées d'aspect bizarre, une courbe générale simple, d'une allure absolument semblable à celle qu'on obtient au laboratoire en expérimentant sur des sujets sérieux, examinés isolément.

« Nous avons également — disent MM. Binet et Henri — fait des expériences sur la mémoire verbale, dans notre laboratoire, sur des adultes, dressés plus ou moins à l'observation psychologique et capables de rendre compte de leurs impressions. Cette seconde étude éclaire celle des écoles et y ajoute, comme complément d'information, le témoignage des sujets. On ne saurait trop insister sur les avantages que présente la combinaison de ces deux genres de recherches (1). »

MM. Binet et Henri ont adopté comme modèle type l'expérience suivante : on prononce à la suite 7 mots avec une vitesse de 1 mot par demi-seconde ; on prie le sujet de répéter immédiatement tous les mots qu'il a retenus, on note les réponses ; on procède de la même manière pour 6 autres séries de 7 mots. On a donc essayé de faire retenir, par la mémoire auditive, ou mieux auditivo-motrice, 7 séries de 7 mots, sans aucun lien de signification entre eux. On mesure la mémoire immédiate, en comptant le nombre des mots reproduits exactement et en divisant ce nombre par 49. On mesure la mémoire durable des mots, en priant le sujet de répéter tous les termes retenus de l'ensemble de la série. Donc deux

(1) M. A. Binet, *op. cit.*, p. 3.

sortes d'expériences : mesure de la mémoire immédiate, mesure de la mémoire non immédiate.

De l'ensemble des résultats obtenus se dégagent des conclusions nombreuses :

L'intensité de la mémoire immédiate, c'est-à-dire le nombre de mots retenus, varie tout d'abord avec l'âge ; mais cette variation observée sur les sujets de 7 à 12 ans est très faible ; entre les élèves du cours supérieur et ceux du cours élémentaire elle n'est pas même d'un mot, mais d'une fraction de mot ($\frac{3}{10}$ pour 7 mots). Ceci s'accorde avec les conclusions de M. Bourdon, qui affirme que la mémoire immédiate varie très peu de 8 à 13 ans ; elle s'accorde encore avec les expériences de Jacobs et de Bolton ; elle est vraie également pour la mémoire des chiffres et la mémoire visuelle motrice de la longueur des lignes (MM. Binet et Henri). Il semble donc que ce soit là une donnée primordiale au point de vue pédagogique, à savoir que la mémoire immédiate, chez les enfants, demeure à peu près stationnaire, depuis le début de leurs études, 7 à 8 ans jusqu'à la fin, 20 ans (1).

Une deuxième loi qui se dégage de l'ensemble des très nombreux résultats obtenus, c'est que le nombre de mots retenus croît avec le nombre de mots présentés, mais non dans un rapport simple. Dans la première classe (cours supérieur) le nombre moyen des mots retenus par chaque enfant est

4,6 pour une série de 5 mots
4,9 » » » » 6 »
4,9 » » » » 7 »

Les résultats obtenus dans les autres classes concordent avec ceux-ci. Il en résulte qu'il y a augmentation du nombre de mots retenus, plus ceux-ci sont nombreux ;

(1) M. Bourdon ; voir plus haut, p. 474.

mais cette augmentation va en s'affaiblissant à mesure que les séries deviennent plus longues.

Lorsqu'à la mémoire immédiate, ou *mémoire de répétition*, on compare la *mémoire de conservation*, celle qui demeure après quelques minutes ou quelques secondes, on constate que cette dernière est considérablement plus faible.

De l'ensemble des expériences faites aussi bien dans les écoles qu'au laboratoire, les auteurs croient pouvoir conclure que le nombre de mots retenus dans la répétition générale est un peu supérieur au tiers des mots retenus dans la répétition immédiate.

MM. Binet et Henri se hâtent d'ajouter que c'est là un rapport approximatif, et que ce rapport varierait si on changeait les conditions de l'expérience (1).

La place que les mots occupent dans la série, exerce une influence sur la mémoire. C'est surtout dans la répétition générale des 7 séries de mots qu'on peut le constater. Malgré toutes les influences contraires, la fatigue, le sens des mots, etc., le premier et le dernier mot de chaque série se retiennent plus aisément que les intermédiaires. Le sens des termes a, cela se conçoit, une importance considérable au point de vue de la mémorisation. Le tableau suivant montre cette influence d'une façon évidente. Les chiffres indiquent les réponses exactes.

	Jaquette.	Argent.	Wagon.	Pupitre.	Oiseau.	Table.
1re classe (33 élèves)	32	23	24	*33*	24	33
2e classe (35 élèves)	29	25	18	*35*	13	29
3e classe (32 élèves)	32	27	14	*32*	18	31
4e classe (32 élèves)	30	23	25	*30*	15	29

Les auteurs ont fait l'analyse des erreurs commises ; d'une manière générale, ce sont des erreurs par oubli ; les erreurs par imagination sont infiniment plus rares. Le

(1) MM. Binet et Henri, *op. cit.*, p. 12.

travail se termine par quelques remarques suggestives sur l'éveil des souvenirs.

L'étude que MM. Binet et Henri ont consacrée à la mémoire des phrases est peut-être encore plus intéressante que celle qui précède ; elle est à coup sûr plus originale, c'est le premier essai de ce genre qui ait vu le jour.

« La mémoire verbale des mots isolés, disent les auteurs (1), a déjà été étudiée par de nombreux observateurs. Ce n'est pas un sujet entièrement nouveau et inexploré ; d'autres formes de la mémoire qui se rapprochent beaucoup de la mémoire verbale, ont été prises aussi, cette année même, comme objet d'expériences par M. Münsterberg, et plusieurs de ses élèves... Tout cela forme un ensemble de recherches qui avancent rapidement, sur ce qu'on peut appeler la *mémoire des sensations* ; c'est là le caractère principal de ces recherches ; elles ont trait à la mémoire d'éléments de conscience relativement simples... Pour les mots, la suggestion d'idées est plus nettement définie ; et certainement ces suggestions d'idées que les mots provoquent, doivent exercer une influence sur la mémoire des mots ; mais dans la forme où l'on fait les expériences de ce genre, on ne peut guère étudier séparément ce que l'on peut appeler la mémoire des idées, et l'isoler de la mémoire des mots ; pour toutes ces raisons, on doit conclure que les expériences de mémoire ont porté jusqu'ici presque uniquement sur la mémoire des sensations.

»Avec nos présentes études sur la mémoire des phrases, nous abordons, bien réellement, la mémoire des idées. »

La méthode suivie est la même que dans le travail précédent. Cette fois les expériences ont porté sur 510 sujets, élèves de quatre écoles primaires de Paris. Dans chaque classe, le professeur, en présence des auteurs, lisait un morceau de prose d'une longueur variable ; les élèves

(1) *La mémoire des phrases*, ANNÉE PSYCH., 1re année, pp. 24 et 25.

ıvertis d'avance qu'ils auraient à écrire de mémoire le morceau entendu, prêtaient la plus grande attention ; ıitôt la lecture terminée, ils se mettaient à écrire ; leurs 'édactions terminées, on ramassait les copies, qui étaient 'emises aux expérimentateurs.

L'ensemble des expériences peut se faire rapidement : « en une demi-heure au plus, tout était terminé » (1). L'examen des copies, le compte des erreurs, le calcul des ables etc., etc., tout ce qui constitue le travail proprement lit ne commence qu'alors. Il doit être extraordinairement ong et fastidieux.

Les textes présentés aux élèves, les dictées sont de lon- ueur inégale. Pour les grandes masses de sujets on s'est ervi de dictées courtes composées respectivement de 11, e 14 et de 20 mots. Quatre espèces de dictées plus ›ngues, 38, 60, 74 et 86 mots, ont été proposées à des roupes moins nombreux de sujets.

Je cite, pour l'intelligence des remarques qui vont ıivre, le texte de 20 mots qui a été reproduit par 30 lèves :

« Le petit Émile a obtenu de sa mère un joli cheval ıécanique en récompense de sa bonne conduite à l'école. »

Dès l'abord on se heurte pour mesurer l'intensité de la ıémoire des idées, à une grosse difficulté : quand on nploie comme tests des séries de mots, l'intensité de la ıémoire s'exprime par la fraction ayant pour dénomina- ›ur le nombre de mots présentés, et pour numérateur › nombre de mots retenus.

Sur une série de 7 mots M. A. en a retenu 5, et M. B. ; l'intensité de leur mémoire verbale est, toutes choses ;ales d'ailleurs, 5/7 et 4/7 ; mais lorsqu'il s'agit de phrases › ne peut plus compter de la même façon, pour la raison en simple que dans une phrase il y a des mots importants d'autres qui ne le sont pas. Peut-on compter pour un ot l'article *le ?*

(1) *La mémoire des phrases*, ANNÉE PSYCH., 1re année, p. 25.

« Les pronoms, les articles, etc., nous paraissent être comparables à des liens, à des sortes de petits clous qui unissent les mots entre eux ; et la question réellement intéressante, à ce qu'il nous semble, est celle de savoir si les liens logiques qui forment la phrase facilitent le travail de la mémoire, et dans quelle mesure.

» Dans tout ce qui suit, par conséquent, nous ne tiendrons pas compte du nombre exact des mots contenus dans les phrases ; nous diviserons la phrase en un certain nombre de groupes (1). »

Ainsi, la phrase de 20 mots que j'ai citée plus haut, devient une série de 8 groupes : « Le petit Émile| a obtenu| de sa mère| un joli| cheval mécanique| en récompense| de sa bonne conduite| à l'école|. Les auteurs reconnaissent que cette division en groupes a quelque chose d'arbitraire, et que chacun ne divisera pas de la même manière ; mais ils croient que cet inconvénient est bien difficile à éviter.

Pour mesurer l'intensité de la mémoire des idées chez leurs 303 sujets répartis en cinq classes, ils ont donc compté combien sur les huit groupes de la phrase précédente, les sujets en avaient retenus ; la même chose pour les 8 groupes de la dictée de 14 mots, et pour les cinq groupes de la dictée de 11 mots.

Si donc on additionne les groupes des trois dictées, on obtient le chiffre *21* qui sera le dénominateur commun. Le numérateur pour chacune des cinq classes, s'obtient en ajoutant les groupes retenus dans les trois exercices.

On a pour la 1re classe : intensité de la mémoire des phrases $\frac{20.5}{21}$

» » » 2e » » » » » » $\frac{20}{21}$

» » » 3e » » » » » » $\frac{20.1}{21}$

» » » 4e » » » » » » $\frac{18.9}{21}$

» » » 5e » » » » » » $\frac{18.9}{21}$

(1) *La mémoire des phrases*, ANNÉE PSYCH., 1re année, p. 28.

On voit que l'accroissement avec l'âge est un peu plus marqué pour la mémoire des phrases que pour celle des mots.

Les auteurs ont comparé l'intensité de la mémoire des phrases avec celle de la mémoire des mots, en présentant aux enfants des séries de mots, et des phrases composées de groupes en nombre égal. Si l'enfant oublie 10 mots sur l'ensemble des mots isolés et seulement un groupe sur l'ensemble des phrases, les auteurs concluent que chez lui la mémoire des phrases est dix fois supérieure à celle des mots isolés : J'avoue ne pas très bien comprendre cette façon de compter. L'intensité de la mémoire est exprimée par le rapport entre le nombre des mots présentés et celui des mots retenus. Si donc un enfant, sur 20 mots isolés en oublie 10, et en retient 10, sa mémoire verbale sera $\frac{10}{20}$, et s'il retient 19 groupes dans une phrase de 20, sa mémoire des idées sera de $\frac{19}{20}$, donc *à peu près double*.

Mais MM. Binet et Henri estiment « que la mémoire qui donne lieu à une erreur est dix fois supérieure à celle qui donne lieu à dix erreurs ». Il suffit de s'entendre.

Pour les nombreuses remarques très intéressantes sur le problème de la mémoire des phrases, je renvoie au travail original. Je me contente de transcrire ici les conclusions générales :

« Nous avons vu que : 1° La mémoire des phrases (ou des idées) présente un accroissement faible, mais constant, avec l'âge. 2° Elle est, dans certaines conditions que nous avons fixées, vingt-cinq fois supérieure à la mémoire des mots isolés. 3° Le nombre des oublis augmente rapidement avec la longueur des phrases et des séries de phrases; pour une phrase de 20 mots (8 groupes de mots) il a été de $\frac{1}{80}$; pour une série de phrases de 80 mots (24 groupes de mots), il a été de $\frac{1}{3}$. 4° Les pertes de mémoire portent sur les parties accessoires du récit, et non sur les parties essentielles, qui se trouvent ainsi comme disséquées ; par

parties essentielles il faut entendre celles qui ont une importance psychologique, et aussi celles qui ont une importance logique. 5° Les substitutions de synonymes sont plus nombreuses que les oublis complets pour les textes courts ; c'est le contraire pour les textes longs. 6° Les enfants ont une tendance à simplifier la syntaxe et à remplacer les mots dictés, par des synonymes du langage familier. C'est ce qu'on peut appeler l'assimilation verbo-logique. 7° Les enfants, en reproduisant de mémoire des phrases un peu longues, ont une tendance fréquente à altérer, d'une manière très légère, le sens des phrases; cette altération est de deux genres différents : *intellectuelle et émotionnelle* (1). »

Je termine ici cette très sommaire esquisse des travaux expérimentaux tentés depuis dix ans dans les laboratoires de psychologie : j'espère avoir montré combien a été et doit être féconde dans la suite, l'introduction dans la psychologie des données de la pathologie.

Les observations cliniques ont singulièrement élargi le champ des observations et des expérimentations. Si la mémoire de reconnaissance, la mémoire intelligente est une faculté de l'esprit, les mémoires de fixation et de reproduction sont dépendantes de l'organisme ; l'anatomie et la physiologie de la mémoire jouent un rôle vraisemblablement secondaire, mais fort intéressant. Dans l'étude des conditions anatomo-physiologiques de la mémoire, nous n'en sommes qu'au début, et l'on entrevoit déjà d'innombrables résultats pratiques. Nous savons que chaque sujet présente un type particulier, non pas, comme on le croyait il y a quelques années, une mémoire visuelle, auditive ou motrice, mais une mémoire complexe, un composé en proportions très variables de chacun de ces trois types fondamentaux ; et ce complexus, déjà si différent d'une personne à l'autre, se modifie encore chez la

(1) *La mémoire des phrases*, ANNÉE PSYCH., 1re année, pp. 58 et 59.

même personne, selon les circonstances ; la distinction schématique en trois types purs, est aussi illusoire que la fameuse loi psycho-physique ; elle n'est vraie que dans les mêmes limites, et peut se formuler à peu près ainsi : *Chez un individu donné, à un moment déterminé, et pour une certaine espèce d'impressions, la forme dominante de la faculté retentive est visuelle, auditive ou motrice, ou mieux, visuelle motrice ou auditive motrice.* Et sans doute, les expériences ultérieures, les analyses qualitatives et quantitatives des mémoires compliqueront encore cette loi. Car tous les phénomènes biologiques paraissent simples au début ; plus on les observe avec rigueur, plus ils apparaissent complexes ; ce n'est que lorsque la science a achevé son évolution, que l'on peut dégager la formule définitive faisant rentrer le groupe infiniment complexe des faits dans l'ensemble des quelques lois fondamentales qui régissent l'univers.

Pour les psychologues expérimentateurs le problème de la mémoire est relativement facile à aborder ; il ne faut pour le résoudre, ni matériel compliqué, ni connaissances techniques très spéciales. Par contre, son utilité au point de vue pédagogique surtout est d'une importance évidente. Il y a plus de deux mille ans que les psychologues, qui étudient le problème de la mémoire, trépignent sur place ; les résultats acquis depuis dix ans dans les laboratoires nous autorisent à croire que dans le courant du siècle qui s'ouvre, ils feront un pas décisif en avant.

J. J. Van Biervliet.

LA

DISSOCIATION PSYCHOLOGIQUE [1]

III

LES MALADES

On peut s'attendre à voir surgir des phénomènes analogues à ceux que nous venons d'étudier, chaque fois que l'équilibre du système nerveux est dérangé par une cause accidentelle ou pathologique. C'est, en effet, ce qui arrive. Les troubles de l'innervation font éclater, à des degrés divers, les effets de la dissociation psychologique et des altérations plus ou moins graves de la personnalité.

Les causes de ces désordres sont nombreuses. Tantôt idiopathiques, sans cause matérielle appréciable, ils constituent ce qu'on a appelé les maladies essentielles du système nerveux ou névroses. Tantôt symptomatiques, ils résultent manifestement des lésions de la substance cérébro-spinale, des altérations du sang, des troubles de la circulation et de la nutrition, de l'inanition, du froid, des états infectieux, de l'injection ou de l'inhalation de substances toxiques, etc. Tantôt enfin ils dépendent, par action réflexe ou sympathique, de l'état morbide d'un viscère ou d'un tissu éloigné.

(1) Voir la REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES, livraisons du 20 avril 1900, pp. 511-547 et du 20 juillet 1900, pp. 144-191.

Les désordres de l'innervation agissent profondément sur l'intelligence. Ils exaltent ses facultés, les dépriment ou les éteignent (délire, hallucinations, amnésie, hypermnésie, coma, etc.). Ils modifient la sensibilité et la motricité, soit en excitant leur activité fonctionnelle (hyperesthésie, convulsions, contractures) ; soit en la diminuant ou en la supprimant tout à fait (anesthésie, analgésie, paralysie).

La thérapeutique met à la disposition du médecin des substances dont l'action élective sur telle ou telle partie de l'organisme lui permet, comme au magnétiseur, de jouer sur ce clavier si délicat, les airs les plus variés. Administrés à petite dose, des agents comme l'éther, l'alcool ou l'opium, produiront des effets excitants ou esthésiogènes. Leur absorption à haute dose sera suivie de délire et d'hallucinations. Leur action prolongée provoquera l'anesthésie générale, le coma, la syncope, etc.

Entre le sommeil anesthésique et le sommeil hypnotique, on constate des affinités. Il y a des personnes qui s'hypnotisent sous le chloroforme. « Tous les chirurgiens, écrit M. Bernheim, ont vu des patients s'endormir brusquement, sans excitation, après quelques bouffées de l'anesthésique, alors que certainement celui-ci n'a pas fait son œuvre. J'ai observé ce fait sur des clientes que je chloroformais, devant le dentiste, pour des extractions de dents. Aussi mettant cette observation à profit, j'ai soin chaque fois que je chloroformise, de suggérer au malade, dès la première inspiration, qu'il va dormir doucement. Chez quelques-uns le sommeil hypnotique vient avant le sommeil chloroformique. S'il est assez profond pour déterminer une anesthésie complète, l'opération peut être faite sans attendre ; sinon, je continue l'inhalation jusqu'à l'anesthésie totale, laquelle arrive plus vite, la suggestion aidant ; et, procédant ainsi, je préviens la période d'excitation (1). »

(1) Bernheim, *De la Suggestion*, p. 5.

et des rappels de mémoire reliaient entre eux les états semblables (1).

« La stimulation par l'opium, dit le Dr Mathaut, n'est autre qu'une ivresse spéciale qui fait arriver le sujet à une sorte d'état maniaque, l'égotisme mégalomaniaque. J'entends par là que l'habitude du poison, même à de très petites doses, ne laisse à l'intoxiqué aucune espèce de défiance au sujet de ses qualités intellectuelles. Le fumeur se croit capable de tout, ses facultés mentales lui semblent hypertrophiées au suprême degré ; il n'a qu'à vouloir pour pouvoir.... Il y a quelques années, l'émoi le plus grand régna au gouvernement général de l'Indo-Chine. On venait de recevoir un rapport administratif d'un des fonctionnaires les plus en vue par son mérite et ses capacités, et ce rapport tendait à faire croire au gouvernement que ce fonctionnaire était devenu subitement fou. De son côté, le fonctionnaire en question était enchanté. « Je n'ai jamais écrit de rapport aussi lucide sur la question de... disait-il. Il est vrai que j'avais fumé toute la nuit et que j'avais l'esprit d'une clarté étonnante (2). » L'hypnotisé, à qui on suggère qu'il est le général Bonaparte, joue son rôle avec la même conviction que ce fumeur d'opium.

Beaucoup d'écrivains, d'artistes, de musiciens, de poètes ont eu recours aux esthésiogènes pour faciliter l'essor de leur imagination. Gérard de Nerval, Musset, Murger, Addison, Goldsmith, Gluck, Tasse étaient dipsomanes. Pitt et Fox composaient leurs discours après avoir fait une consommation excessive de porter. Mme de Staël abusait de l'opium et Rousseau du café.

Le Dr Grasset a étudié les formes du délire chez deux alcooliques fameux, Hoffmann et Edgard Poë, qui puisèrent dans leurs propres hallucinations leurs inspirations les plus fantastiques. Hoffmann s'alcoolisait avec du vin.

(1) P. Janet, *L'automatisme psychologique*, p. 78.
(2) Dr Mathaut, LE CORRESPONDANT MÉDICAL, 15 mars 1897.

Ses contes fantastiques se vivaient autour de lui, avec tant de réalité que, pris de terreur et n'osant pas rester seul, il allait réveiller sa femme. Dans son cerveau malade, une sensation en appelait une autre. Il prétendait entendre les couleurs et voir les sons. Le parfum de l'œillet rouge, par exemple, lui faisait entendre comme dans le lointain, le son du cor.

Edgard Poë buvait de l'alcool. Il avait des hallucinations horribles et angoissantes, qui le transportaient dans les tombeaux en compagnie des vers et des cercueils. Il entendait « causer les putréfactions » et connaissait « les sensations des déliquescences ». La terreur paralysante imprègne ses contes. A la fin de sa vie, il n'apercevait plus, dit-il lui-même, que des formes monstrueuses s'agitant d'une façon fantastique, au bruit d'une discordante mélodie, tandis que, pareille à un flot rapide et spectral, à travers la porte, une foule hideuse se précipite sans relâche et rit, mais ne sait plus sourire.

Si la raison sombre parfois sous les effets de cette thérapeutique intempérante et désordonnée, il arrive, en revanche, que la nature peut faire naître, parmi les désordres de la maladie, des excitations favorables à l'exercice de la pensée.

Le Dr Hall prétend avoir connu des hommes médiocres, dont l'intelligence devint extraordinaire à la suite d'une maladie de la moelle épinière.

Une de mes parentes, atteinte d'une névrite, avait de longues insomnies et composa, dans un état intermédiaire entre la veille et le sommeil, une nouvelle, écrite avec un art et un sentiment irréprochables, qui reçut le meilleur accueil dans une grande revue parisienne. Encouragée par ce début, elle s'efforça, après sa guérison, de donner une suite à ce premier succès. Mais en recouvrant la santé elle avait perdu toutes ses aptitudes littéraires.

Esquirol rapporte que le Dr Leuret lui a parlé d'un fou, négociant, dont les affaires avaient périclité. Durant sa

aladie il trouva la force de les relever. La solution de hacun de ses accès de délire était le perfectionnement 'une machine, l'invention d'un moyen de favoriser l'essor e son industrie. Il se trouva, au bout de cette folie préieuse, avoir reconquis sa raison et sa fortune (1).

Sous l'influence des causes pathologiques la mémoire ubit de nombreuses modifications.

On voit des malades perdre tout souvenir de leur vie assée et se trouver dans la nécessité de refaire entièreent leur éducation. D'autres ont oublié une certaine ériode de leur existence et se souviennent de tout le reste. 'oubli peut porter sur certaines catégories d'images. 'ar exemple, on reconnaîtra très bien les personnes et les hoses et l'on ne pourra plus retrouver leurs noms.

Mais ce qui passe ainsi dans la mémoire latente, n'est as toujours perdu et peut être revivifié. Les lacunes sont uelquefois comblées pendant le sommeil, naturel ou ypnotique. Une malade a oublié une certaine période e sa vie. On l'hypnotise, elle se souvient. Une autre s'enort et retrouve dans un rêve les souvenirs disparus endant l'état de veille. Il y a des connexions entre tous s états caractérisés par la dissociation et l'inconscience.

Certains malades présentent une hyperesthésie extrardinaire des phénomènes de mémoire.

Une aliénée hystérique observée par le Dr Morel, répéait mot à mot des sermons qu'elle avait entendus ou 'orateurs chrétiens très connus. On la suivait le livre à a main. Elle ne se trompait jamais.

Le Dr Trélat a parlé de fous qui s'exprimaient dans une ngue étrangère sans l'avoir jamais apprise. Est-ce bien ertain ? Sous l'apparence du merveilleux, ne seraient-ce as plutôt des phénomènes de reviviscence de souvenirs atents dont on a tant d'exemples ? (2)

(1) Cité par Lombroso : *L'homme de génie*, p. 216.
(2) Trélat, *Recherches historiques sur la folie*. Paris, 1839, p. 81.

jurons, des blasphèmes, des mots orduriers, sans motifs, inconsciemment ou involontairement. C'est l'affection que le Dr Gilles de la Tourette a qualifiée du nom de *coprolalie*.

La Mlse de X. dont Itard a raconté l'histoire, criait au milieu d'une phrase, qu'elle continuait ensuite, sans s'arrêter : « F...-tu cochon ». Une jeune fille, très bien élevée, dont le Dr Pitres a communiqué le cas à Charcot, laissait bruyamment échapper ces mots : « Va-t'en, imbécile ; M... de. »

Le Dr Hélot, à qui j'emprunte ces exemples, rappelle à ce propos l'opinion de Charcot, pour qui la coprolalie ne serait le plus souvent que de l'écholalie, répétition de mots autrefois entendus. Charcot considérait les tiqueurs, les grands tiqueurs comme des déséquilibrés, placés sous le régime mental des idées fixes, obsédantes, impulsives. Il pensait que le tic moteur est ordinairement accompagné d'un tic d'idées (1).

L'impulsif, quand il n'est pas sous l'empire complet des idées délirantes, se rend compte du conflit qui s'établit en lui, entre l'automatisme et la volonté réfléchie. C'est ce qui arrivait à ce fou, nommé Glénadel, dont a parlé Calmeil, qui obsédé par l'idée de tuer sa mère, puis sa belle-sœur, demanda lui-même son internement dans une maison de santé, par crainte de commettre un crime dont il avait horreur (2).

Tamburini a soigné un mégalomane, chez qui la désagrégation mentale donnait naissance à trois courants simultanés d'inspiration musicale. Il chantait de très beaux airs et en même temps improvisait, à l'aide de chaque main, au piano, deux motifs différents sans rapport entre eux ni avec le chant.

Le Dr Lombroso a soutenu, entre autres thèses para-

(1) Dr Hélot, *Névroses et possessions diaboliques*, p. 201. Charcot, *Leçons du mardi*, 1re leçon, pp. 14-16.
(2) Ribot, *Les maladies de la volonté*, 1883, p. 77.

loxales, que les traumatismes étaient favorables au développement du génie. Il a cité l'exemple de Grétry, qui le médiocre chanteur devint un grand maître, après u'une poutre lui eût fracassé la tête ; et celui de Mabillon, mbécile dans son enfance, dont l'intelligence s'éveilla à a suite d'une blessure à la tête. Il ajoute que Gall a onnu un crétin, transformé en un homme intelligent près qu'il eût roulé du haut d'un escalier, la tête en bas. Mais il n'y a rien de moins prouvé que cette prétendue elation de cause à effet. Le plus souvent les traumaismes cérébraux ont des conséquences toutes différentes t déterminent des incapacités psychiques variables suiant les régions désorganisées. C'est ce qui a conduit à étude des localisations cérébrales. On sait, par exemple, u'une lésion de la première circonvolution temporale auche entraîne, chez un individu droitier, la perte de la iémoire des sons verbaux. Le malade peut lire ce qui est crit. Il ne comprend pas le langage parlé. Un sujet, chez ui la seconde circonvolution pariétale gauche est atteinte, erd la mémoire visuelle verbale. Il ne comprend plus ı valeur des signes de l'écriture. Il ne sait plus lire. Il eut encore écrire, mais il est incapable de relire et de omprendre ce qu'il a écrit. La perte de la partie postéeure de la seconde circonvolution frontale gauche ıtraîne celle de la mémoire motrice graphique. Le alade ne sait plus écrire. Enfin une lésion de la partie ostérieure de la troisième circonvolution frontale gauche ıpprime la mémoire motrice verbale, c'est-à-dire la ıculté de produire les mouvements de la langue, des ırois de la bouche et du pharynx à l'aide desquels il ıprime sa pensée par la parole. C'est l'aphasie. Les ıoses se passent de la même manière chez un homme qui endort. Nous avons vu comment ses facultés de relation en particulier celles du langage écrit ou parlé, subissent ıe obnubilation progressive, à mesure que les centres

correspondants sont envahis par le sommeil, c'est-à-dire dissociés et séparés du champ de la conscience.

Des malades atteints de paralysie du côté droit et écrivant de la main gauche font parfois ce qu'on a appelé de l'écriture en miroir. Leur écriture est renversée comme l'écriture normale regardée dans une glace. Les peuples primitifs écrivaient indifféremment de droite à gauche ou de gauche à droite. L'usage a prévalu d'écrire de gauche à droite. L'hémisphère droit n'ayant pas participé à ce dressage, chez les droitiers, il n'est pas étonnant, lorsqu'il est appelé à suppléer l'hémisphère gauche, comme chez l'hémiplégique, de constater ce qu'on pourrait appeler l'indifférence de direction. La main du sujet obéit à une loi de contraste symétrique que l'on observe souvent dans les mouvements des membres opposés.

Les hystériques, atteints d'anesthésie du bras droit et se servant de la main gauche, font assez souvent aussi de l'écriture en miroir. On constate encore cette tendance chez les personnes qui n'ont pas une grande habitude d'écrire et surtout chez les enfants. Après avoir bandé les yeux d'un de mes enfants, âgé de sept ans, je lui mets un crayon dans la main gauche et, tenant sa main dans la mienne, je lui fais tracer un B en miroir. Si je lui demande quelle est la lettre qu'il vient d'écrire sans la voir, il me répond sans hésiter, que c'est un B. Alors laissant aller sa main, je lui dis de tracer lui-même un B. Il écrit un B en miroir. Le même enfant, quand il apprenait à lire, épelait les syllabes, en renversant les lettres, lisant par exemple, *la* pour *al*, *el* pour *le*, *li* pour *il*.

Ces faits aident à comprendre une anomalie du même genre signalée chez quelques malades qui se mettent à parler en miroir. Ayant à dire un mot, ils prononcent les lettres en commençant par la dernière, ou bien en renversant les syllabes. Par exemple, *ruojnob rueisnom* signifiera *bonjour monsieur* qui pourra se dire aussi *jourbon sieurmon*. Le Dr Paquelin a connu toute une

amille qui avait cette singulière faculté de parler cou-
amment la langue retournée. Nous aurons encore à parler
le faits du même genre, à propos de l'écriture des médiums
rès souvent renversée en miroir.

Sous l'influence de la maladie, le sommeil est modifié
e bien des manières.

Tantôt il disparaît, chassé par l'insomnie ; tantôt il est
iolemment agité par le délire. Il passe, suivant la nature
es causes morbides, par toutes les phases que nous con-
aissons déjà, depuis l'assoupissement et la somnolence
ısqu'au sommeil profond ou coma, dans lequel le malade
épond à peine aux excitations les plus énergiques.

L'insensibilité devient complète dans le carus, compa-
ıble à la léthargie hypnotique. On voit survenir dans cer-
ıines maladies, par exemple dans les fièvres typhoïdes,
état cataleptique. Le sujet est sans connaissance ; ses
ıembres conservent, comme dans la catalepsie somnam-
ılique, les attitudes et les positions qu'on leur a données.

Il y a des malades qui, la nuit, pendant leur sommeil,
ı lèvent, s'habillent, se promènent, lisent, écrivent, se
vrent à leurs travaux ordinaires, en un mot accomplissent
es actes parfaitement coordonnés. On les appelle des
mnambules. Le sommeil somnambulique est un sommeil
tif présentant plus d'un rapport avec le somnambulisme
pnotique.

Diffère-t-il essentiellement du sommeil naturel? Certains
jets passent de l'un à l'autre sans transition. Il est
rivé à tous ceux qui ont voyagé la nuit, de dormir en
archant et même de rêver tout en se dirigeant incon-
iemment vers leur but. Je l'ai personnellement éprouvé
ıs d'une fois. C'est le somnambulisme des gens normaux,
ovoqué par des circonstances accidentelles. Mais le
mnambulisme spontané est ordinairement accompagné
tares névropathiques.

Les somnambules accomplissent parfois, la nuit, sans
nière, des actes qui exigent une grande finesse des sens,

une agilité et une adresse exceptionnelles. On les surprend dans des positions aussi périlleuses qu'excentriques, par exemple circulant sur les toits, sans avoir conscience du danger.

Le champ de leur sensibilité est pourtant diminué. Ils n'ont de rapport avec le monde extérieur que pour ce qui intéresse leur rêve. S'ils vous rencontrent ils ne paraissent pas vous voir, ni vous reconnaître. Mais ils vous évitent parfaitement. Leur anesthésie visuelle est donc systématique, élective, d'origine psychique et nullement incompatible avec une hyperesthésie de tous les sens, sans laquelle leurs actes et leur agilité seraient inexplicables

Au réveil, il y a amnésie complète. Le somnambule ne se rappelle pas — sauf exception — ce qui lui est arrivé pendant sa crise. Le personnage qui agit pendant le sommeil n'est pas la personne normale, mais une personnalité secondaire, qui s'évanouit au réveil. Une nouvelle crise la ramène. Elle rentre en scène, conserve le souvenir des crises antérieures et reprend son sommeil au point où le réveil l'avait interrompu. Nous avons constaté déjà soit dans le sommeil ordinaire, soit dans le sommeil hypnotique, ces phénomènes d'anesthésie systématique et les mêmes rappels de mémoire.

L'activité mentale des somnambules subit parfois, comme dans le rêve, une exaltation remarquable. La mémoire somnambulique, par exemple, dépasse souvent la portée de la mémoire normale. Le professeur Wachner, de Goettingue, incapable de faire des vers grecs dans l'état ordinaire, y réussissait bien dans l'état somnambulique. On a parlé d'un somnambule anglais, Haddock, qui, au temps de Jacques Ier, prêchait en dormant et qui, dans son sommeil, parlait assez couramment le grec et l'hébreu dont il n'avait qu'une faible teinture (1).

Un vannier de Waldeck, ayant entendu un sermon, en

(1) Maury, *La Magie* etc., p. 434. Lucy Aikin, MEMOIRS OF THE COURT OF JAMES I. T. I, p. 29.

fut si frappé qu'il fondit en larmes. La nuit suivante il se leva en proie à un accès de somnambulisme, et se mit à réciter le discours du prédicateur. Sa femme fit de vains efforts pour l'éveiller. Il continua ainsi jusqu'à ce qu'il eût tout dit. A son réveil, il ne se rappelait rien. Depuis lors, il fut sujet à des accès semblables de temps en temps. Le jour, la nuit, en voyage, en société ou seul, il se mettait à prêcher. Ses yeux devenaient fixes; son langage et sa prononciation acquéraient une pureté qu'ils n'avaient pas auparavant (1).

On s'est plu à exagérer l'intelligence des somnambules. S'ils n'ont pas de talent, le sommeil ne leur en donne pas et n'ajoute rien à leur propre fonds. Il ne faut donc pas comparer, comme on l'a fait, l'homme de génie au somnambule. S'ils présentent entre eux quelque trait de ressemblance apparent, c'est dans la limitation systématique du champ de la conscience. On a vu des savants ou des philosophes concentrer parfois la puissance de leur pensée en s'y enfermant, et demeurer volontairement étrangers à ce qui se passait autour d'eux. C'est une méthode de travail réglée par la volonté et qui n'a rien de commun avec l'anesthésie systématique, mais inconsciente, des somnambules.

Les crises somnambuliques se produisent parfois le jour et reçoivent alors le nom de *vigilambulisme*. Maury a tiré des actes de l'Académie de Breslau, le cas suivant. Un jeune cordier de 22 ans, sujet à des attaques de somnambulisme, tombe brusquement dans son sommeil, ne voit et n'entend plus personne et continue son travail. Un jour, il fut surpris à cheval, continua sa route, traversa un marché, dirigeant très bien sa monture, au milieu des obstacles, monta chez un confrère, avec qui il avait affaire, lui dit quelques mots, puis se rendit à la Chancellerie où

(1) Maury, *La Magie*, p. 455.

il s'éveilla tout à coup, et, saisi d'étonnement, se confondit en excuses.

Le Dr Tissié a cité le cas d'un malade, Albert, qui, entendant parler, à l'état de veille, d'un pays ou d'une ville, en rêve la nuit. Le lendemain, presque toujours le matin, il part pour ce pays. Il est alors en état de somnambulisme diurne ou vigilambulisme.

Un vigilambule fait un rêve parlé à l'hôpital. Un mois après, mis en état de sommeil hypnotique, il se rappelle son rêve de l'état somnambulique. Cela montre l'affinité probable des deux sommeils, puisque les mêmes synthèses se reproduisent dans les deux états, avec des rappels de mémoire de l'un à l'autre. Ajoutons que les somnambules naturels forment les meilleurs sujets hypnotisables.

Le somnambulisme pathologique peut survenir à la suite de traumatismes du cerveau. Le cas du sergent de Bazeilles, publié par le Dr Mesnet, en est un exemple classique (1). Un sergent de l'armée d'Afrique, F. âgé de 26 ans, reçoit dans une des batailles livrées sous Sedan, une balle qui lui fractionne le pariétal gauche. Il perdit connaissance, reprit l'usage de ses sens au bout de trois semaines, mais resta paralysé d'une hémiplégie droite, dont il ne fut guéri qu'au bout d'un mois. Depuis cette époque, il présenta des troubles de l'intelligence, se manifestant par des accès périodiques, caractérisés surtout par l'occlusion partielle des organes des sens et par une activité cérébrale différente de l'état de veille. Sa vie se partage en deux phases distinctes. Dans l'état ordinaire, c'est un homme intelligent, capable de gagner sa vie. Sa santé ne laisse rien à désirer. Dans l'état pathologique, le monde extérieur cesse d'exister pour lui. Il ne vit plus que de sa vie personnelle ; n'agit qu'avec ses propres excitations. Néanmoins il continue à circuler, va, vient,

(1) *De l'automatisme de la mémoire et du souvenir dans le somnambulisme pathologique* : UNION MÉDICALE des 21 et 23 juillet 1874.

agit comme s'il avait la pleine possession de ses sens et de son intelligence. Cependant la sensibilité générale de la peau est éteinte, ainsi que l'ouïe, le goût et l'odorat. La vue est limitée aux objets avec lesquels le sujet est en rapport, par le toucher. La sensibilité musculaire reste intacte. L'être conscient, responsable a disparu. Il est changé en un automate agissant sous l'impulsion spontanée de son cerveau. Il s'empare de tout ce qui lui tombe sous la main et le cache. Un objet touché lui suggère un acte et il associe parfaitement ses mouvements pour le réaliser. Rencontre-t-il une plume sous ses doigts, il cherche l'encrier et du papier et se met à écrire. Si l'on interpose une plaque de tôle entre ses yeux et sa main, il s'arrête, mais ne témoigne ni contrariété ni surprise. Tout se résumant pour lui aux phénomènes intérieurs, il s'arrête parce qu'il cesse de voir, mais l'écran et la personne qui le tient n'existent pas pour lui. Sa canne placée dans sa main lui suggère l'idée d'un fusil. Il se croit sur un champ de bataille, charge son arme, se couche, tire, etc. Du tabac mis entre ses doigts éveille l'idée de faire une cigarette et de fumer. Si l'on souffle son allumette, au moment où il va allumer sa cigarette, il en frotte une autre, mais il ne voit pas la personne qui a éteint la première. Il écrit une lettre d'affaires et la met dans sa poche ; on la lui prend sans qu'il s'en aperçoive. Un cahier de musique lui suggère la pensée de chanter. Il chante plusieurs airs à pleine voix, d'une façon fort remarquable.

En un mot, c'est un vrai automate. Mais son automatisme n'est pas celui d'une machine qui répète toujours les mêmes mouvements. Il faut tenir compte des états psychologiques du sujet, états inconscients qui s'enchaînent et se déterminent les uns les autres à partir d'une sensation initiale, laquelle évoque une certaine série de souvenirs ou d'habitudes. Nous avons de ces associations automatiques d'idées et d'images, quand nous rêvons et que

l'attention volontaire ne dirige plus le cours de notre pensée.

Le fils d'un de mes amis, jeune homme de 18 ans, atteint d'une angine à la suite d'un refroidissement, éprouva pendant le cours de sa maladie une succession d'accès somnambuliques qui donnèrent lieu à des phénomènes extrêmement intéressants.

Le premier accès se manifesta pendant son sommeil naturel. Le malade se met tout à coup à parler avec volubilité. Son père s'approche de son lit et constate qu'il parle en dormant, les yeux fermés. Il revoit, comme dans un rêve, toutes les circonstances d'un voyage qu'il a fait récemment, et répète toutes les paroles qu'il a prononcées pendant ce voyage, s'arrêtant seulement pour laisser à ses interlocuteurs supposés, le temps voulu pour la réponse. Ce jeune homme eut successivement une vingtaine de crises semblables, correspondant chacune à une journée de sa vie. Les événements de la journée sont passés en revue dans un temps un peu réduit. La réduction porte, non sur ce qu'il a dit, mais sur ce qu'il a fait. Le temps de l'action est un peu abrégé. Une des crises a duré sept heures.

Les souvenirs de ce malade acquièrent une précision extraordinaire. Il avait été employé dans une maison de banque, et revécut pendant une crise somnambulique, une journée passée à son bureau. Son père l'entendit répéter, avec une exactitude parfaite, des comptes portant sur des milliers de chiffres, sans se tromper dans ses additions mentales.

Il répète tous les bruits produits par les organes de la phonation ; par exemple, les quintes de toux d'une journée de rhume.

Sa mémoire est remontée ainsi, toujours avec la même précision, jusqu'à dix années en arrière.

Quand il a récapitulé une journée entière, il s'éveille, se plaint d'une grande fatigue et éprouve le besoin de

prendre des aliments. Il mange, puis s'endort du sommeil naturel, sans conserver aucun souvenir de ce qu'il a dit pendant sa crise. Il parle les yeux fermés. Sa physionomie est très mobile ; ses bras gesticulent ; mais les membres inférieurs demeurent immobiles. Si on le touche pendant une crise, il tombe dans un état épileptoïde. Ses lèvres sont rétractées, ses dents grincent, sa bouche écume, ses membres se contractent. Son père le calme en lui posant la main sur le front et en lui suggérant mentalement le repos. Il tombe alors en catalepsie, puis au bout de dix minutes s'endort naturellement et ronfle. Si un accident de cette nature interrompt le récit d'une journée, il le reprend exactement au point où il l'avait laissé et l'achève pendant la crise suivante. C'est, en un mot, un véritable phonographe vivant.

Pendant ses crises, il est très sensible à la suggestion mentale et n'est en rapport qu'avec son père. Celui-ci pense-t-il à un air quelconque auprès du lit du jeune dormeur, aussitôt le malade entonne d'une voix vibrante l'air suggéré mentalement. Il rend compte de l'effet de la suggestion en disant que son père communique avec lui au moyen du téléphone. On a profité de cette disposition, sur le conseil du médecin, pour lui suggérer que son angine disparaîtrait tel jour à telle heure, ce qui réussit complètement. A l'heure dite, il se réveilla en se disant guéri et prit sans difficulté quelques aliments solides.

Ces crises se renouvelèrent une vingtaine de fois, du mois de septembre 1896 au mois de février 1897. Il s'est guéri et a fait depuis son service militaire.

On a donné le nom de somnambulisme acrobatique, acrobatisme, corybantisme, danse de Saint-Gui, grande chorée, chorée saltatoire, à une forme de névrose dont l'accès débute par un sommeil profond. Puis tout à coup le malade se lève et se livre aux mouvements, aux atti-

tudes, aux sauts, aux grimpades les plus extravagants, accompagnés de cris d'animaux, de discours délirants, etc.

Le somnambulisme acrobatique est souvent épidémique comme la chorée, qui fit courir, au xve siècle, tant de pèlerins au tombeau de Saint-Gui ; comme les grimpades des filles de Morzines, dans la Haute-Savoie. Au mois de mars 1857, deux petites filles de ce village, d'une constitution maladive, furent prises de crises convulsives. Dans leurs accès, elles possédaient une exaltation singulière de la mémoire, parlaient avec facilité le français, qu'elles écorchaient auparavant en le mêlant au patois. On prétend même qu'elles parlaient latin. Parfois elles vomissaient des paroles ordurières et des blasphèmes contre la religion. Elles grimpaient à la cime des arbres avec une agilité prodigieuse et redescendaient la tête en bas. Après leurs crises, elles n'éprouvaient aucune fatigue et ne se souvenaient de rien. Le mal devint épidémique. Vingt-sept personnes en furent atteintes successivement. On les exorcisa, les croyant possédées. Dix-sept furent guéries. Mais la maladie continua à se propager. Vers la fin de 1860, il y avait à Morzines cent dix malades. J'y passai à cette époque. Le pays était dans la consternation. On ne parlait qu'à voix basse et en tremblant d'un mal si extraordinaire, que l'on croyait diabolique. Le Dr Constans, inspecteur général des services des aliénés, y fut envoyé par le ministre de l'Intérieur, afin de prendre les mesures que la situation comportait. On procéda d'abord par intimidation, au moyen des gendarmes, sans beaucoup de succès. Puis on recourut à l'éloignement des malades, qui ne se guérirent qu'après avoir été disséminés dans les hôpitaux de la région (1).

L'hystérie est une névrose dont les symptômes sont aussi variables que multiples. Le Dr Sollier, auteur d'une

(1) Constans, *Relation sur une épidémie d'hystéro-démonopathie*; Paris, 1862; in-8°.

savante étude sur la genèse et la nature de l'hystérie, considère cette névropathie comme un trouble fonctionnel du cerveau, consistant en un sommeil partiel ou général des centres nerveux. C'est une sorte de somnambulisme ou de vigilambulisme.

Le Dr Pierre Janet en a donné la formule psychologique : « L'hystérie, dit-il, est une forme de désagrégation mentale, caractérisée par la tendance au dédoublement complet et permanent de la personnalité. »

Les troubles hystériques atteignent un grand nombre de fonctions, s'accentuent plus ou moins, augmentent, diminuent, disparaissent, reviennent et se remplacent. Ils affectent la sensibilité sous la forme d'anesthésies et d'hyperesthésies ; et la motilité en déterminant des paralysies, des contractures, des mouvements choréiformes. Ils modifient profondément l'exercice des facultés intellectuelles.

M. Gilles de la Tourette a montré les nombreux rapprochements qui existent entre l'hystérie et le somnambulisme provoqué et spontané.

La léthargie constitue souvent une des périodes de l'attaque. Parfois même elle forme toute la symptomatologie apparente de l'hystérie. On cite des exemples de sommeil hystérique qui a duré pendant quatre, cinq ou dix mois. La léthargie hystérique ne diffère en rien de la léthargie hypnotique. Elle présente la même inertie musculaire et toute l'apparence de la mort. Mais il y a cependant une léthargie lucide où persiste le sens de l'ouïe. Pfendler rapporte le cas de Mlle J. M. que l'on croyait morte ; qui entendait tout ce qui se disait autour d'elle et se rendait compte des préparatifs funéraires, sans qu'il lui fût possible de sortir de son état.

La catalepsie hystérique complique parfois l'attaque hystérique ou se montre sous l'aspect de crises isolées, chez un sujet présentant ou ayant présenté les stigmates hystériques.

Le somnambulisme hystérique est plus fréquent que les états précédents. Nous avons déjà fait remarquer que les somnambules hypnotiques se recrutent surtout parmi les hystériques. Ces derniers présentent les phénomènes d'hallucinations, d'oubli au réveil, de rappels de mémoire d'une crise à une autre, de suggestionnabilité, observés dans l'hypnose. M. Pitres en conclut que le sommeil pathologique est de même nature que le sommeil provoqué artificiellement (1).

Même à l'état de veille, les hystériques, en général, manifestent une aptitude remarquable à la suggestion.

Les troubles de la sensibilité présentent un intérêt spécial dans l'étude des phénomènes de désagrégation mentale chez ces malades. Ils sont atteints d'anesthésies locales plus ou moins étendues, principalement du côté gauche. Les points anesthésiés sont insensibles. On peut les piquer, les pincer, les brûler, sans provoquer ni douleur ni hémorragie.

On montre par des expériences très simples et très concluantes, que l'anesthésie des hystériques appartient à la classe des anesthésies systématiques. C'est une anesthésie relative. L'insensibilité n'existe que pour la personne normale. Mais il y a à côté d'elle une personnalité secondaire, une synthèse somnambulique, qui demeure en rapport avec le membre ou l'organe anesthésié.

MM. Binet et Feré choisissent un sujet hystérique dont un bras est atteint d'anesthésie et dérobent ce membre insensible à la vue du sujet, au moyen d'un écran. Le bras anesthésique va servir d'intermédiaire à l'inconscient somnambulique. Grâce à l'écran, le sujet ignore à quelles expériences il est soumis. On soulève le membre anesthésique, puis on le laisse aller brusquement. Il retombe inerte. Si on le serre un peu en le maintenant en l'air

(1) Gilles de la Tourette, *L'hypnotisme et les états analogues*, 1887; ch VII, pp. 215 et suiv.

pendant une seconde, il reste levé après qu'on l'a abandonné à lui-même et paraît comprendre le désir de l'expérimentateur. C'est un phénomène de catalepsie suggestive déjà observé dans l'hypnose. « Pour mettre un membre en catalepsie, dit M. Bernheim, il suffit de lever ce membre, de le laisser quelque temps en l'air ; au besoin, d'affirmer que ce membre ne peut être baissé. Il reste en catalepsie suggestive. L'hypnotisé dont le pouvoir de résistance est affaibli, conserve passivement l'attitude imprimée. » Le membre anesthésique se comporte comme le membre d'une personne hypnotisée.

Si l'on communique à un membre anesthésique un mouvement régulier et qu'on l'abandonne ensuite à lui-même, il arrive que le mouvement est répété plusieurs fois de suite. Varions cette expérience ; mettons un crayon dans la main insensible, en le glissant entre le pouce et l'index ; la main prend la position convenable pour écrire. Si alors l'opérateur la saisit et lui fait écrire un mot, elle continue à écrire le même mot, sans s'arrêter. Remplacez le crayon par une paire de ciseaux, la main fera le geste de couper ; par une boîte d'allumettes, elle l'ouvrira et enflammera une des allumettes. On trace un mot avec une pointe mousse, sur le dos de la main anesthésique, dans laquelle on a placé un crayon. Bientôt après le crayon écrit le mot tracé. L'inconscient a traduit une sensation cutanée par son équivalent graphique.

Si l'on fait écrire par la main anesthésique, en la dirigeant, un mot connu dont on altère volontairement l'orthographe, elle s'arrête, hésite, puis reproduit l'erreur ou parfois la corrige, ce qui suppose une opération mentale assez compliquée, quoique inconsciente.

L'inconscient n'a souvent qu'une existence très rudimentaire. On fait écrire par la main anesthésique : « Comment vous portez-vous ? » L'inconscient ne comprend pas et

aut entendre. — Oui, absolument. — Alors, comment aites-vous ? — Je ne sais. — Il faut bien qu'il y ait quelqu'un qui m'entende. — Oui. — Qui cela ? — Autre que Lucie. — Ah ! bien, une autre personne. Voulez-vous que nous lui donnions un nom ? — Non. — Si, ce sera plus commode. — Eh bien ! Adrienne. — Alors Adrienne, n'entendez-vous ? — Oui. »

L'écriture automatique est un des moyens d'expression es plus parfaits dont dispose l'inconscient. Elle se produit parfois spontanément, avec une facilité surprenante.

J'ai vu, dit M. Binet, des sujets hystériques auxquels l suffit de mettre un crayon dans la main insensible, pour ue des pages entières se couvrent d'écriture sans que le ujet cesse de parler de tout autre chose; il paraît n'avoir as conscience de ce que fait sa main (1). » Il dit alors u'il se voit écrire, mais qu'il y est tout à fait étranger.

Les hystériques écrivent parfaitement les yeux fermés u dans l'obscurité, comme les somnambules. Les sujets qui e servent de la main gauche font de l'écriture renversée, ite en miroir. Souvent l'écriture automatique est plus rande que l'écriture normale du sujet.

Entre la personne normale et la personne somnambuique la séparation n'est pas absolue. Si la personne normale ignore la synthèse somnambulique qui s'est formée côté d'elle, celle-ci n'ignore pas le moi principal. Les eux personnalités collaborent fréquemment entre elles.

Ainsi, on a demandé au sujet le nom d'une personne, 'un objet qu'il a peine à se rappeler. Si alors on met un rayon dans la main anesthésique, il peut arriver que celle-i écrive instantanément le nom cherché.

Si l'on occupe une hystérique à un calcul mental, penant qu'à son insu l'écriture automatique se manifeste, lle s'embrouille dans son calcul, et se déclare incapable de

(1) Binet, *Les altérations de la personnalité*, p. 109.

'a rien vu. Mais vient-on à faire cesser l'anesthésie de œil gauche, par l'application d'une plaque métallique, lors Marie se souvient du dessin. L'œil anesthésique remlissait donc parfaitement ses fonctions optiques ; l'anesbésie n'existait que pour le moi normal.

M. Binet estime, d'après les calculs qu'il a pu faire, que a sensibilité inconsciente d'une hystérique est, à certains ıoments, cinquante fois plus vive que celle d'une personne ormale. La prétendue transmission de la pensée pourait, dans certaines circonstances, s'expliquer par cette cuité sensorielle vraiment extraordinaire (1). M. Feré reproduit, avec des sujets hystériques, une expérience itée précédemment à propos des phénomènes de l'hypnosme. Il place une hystérique en face d'une personne ui ne sait rien de ce qui doit arriver, mais à qui l'on demandé de penser un certain nombre de fois successivement à une lettre. « Le sujet regarde la bouche de autre personne, imite les légers mouvements qui s'y roduisent, mais met deux minutes avant de prononcer un ıot répété cinquante fois mentalement par l'autre personne. Lorsqu'on a appliqué un aimant à proximité du ıjet, il répète immédiatement plusieurs mots de suite. La ıême expérience est reproduite avec le même succès, ›rsque le sujet est excité par le musc ou par de petites oses d'alcool. Il se rend parfaitement compte que, sous influence de l'excitation, il aperçoit des mouvements qu'il e voyait pas auparavant ; il sent qu'il les imite automaquement et sans rien comprendre : puis tout à coup, une hrase entière sort de sa bouche, même compliquée et ıns qu'il puisse y attacher aucun sens : *Nimium ne crede ›lori*, par exemple (2). » On conçoit que dans de semblaes circonstances, un colloque peut s'établir entre une ›mnambule hystérique et un interlocuteur quelconque,

(1) *Les altérations de la personnalité*, p. 125.
(2) Feré, *Sensations et mouvements*, p. 124.

es comprend pas. Il ne sait pas ce qu'ils veulent dire ; lors je ne puis rien lui répondre, il ne pense pas (1). »
afontaine explique cela par une transmission de pensée, ne suggestion mentale. La somnambule, dit-il, ne s'attahait pas aux mots, mais à la pensée de ceux qui parlient. Mais comment séparer une pensée des mots qui expriment ? Cela n'est pas concevable. Seulement il pouait fort bien arriver que les interlocuteurs de la somnamule en question traduisissent mentalement en français la uestion posée dans une langue étrangère, et dans ce cas, eurs mouvements inconscients pouvaient trahir leur penée intérieure.

Les expériences qui précèdent nous ont révélé l'existence multanée chez les hystériques de deux synthèses différentes : l'une normale, l'autre somnambulique. Il n'y a as, comme on l'a dit, émiettement de consciences. La onscience est une et indivisible. En aucun cas, on n'a vu raison se manifester avec toutes ses prérogatives, dans eux synthèses simultanées.

Chez quelques hystériques la personnalité somnambuque se substitue en premier plan, sur le théâtre de ctivité vitale, à la personne normale. Le sujet passe ternativement de l'état normal ou état prime à l'état omnambulique ou état second. Nous avons observé déjà phénomène dans le cas du sergent de Bazeilles. Son at second était l'automatisme complet. Mais chez les ystériques, l'état second n'est pas toujours inconscient. renons, par exemple, le cas si connu de Félida, publié ar le Dr Azam (2). Félida est hystérique. Un jour elle endort et se réveille en état de vigilambulisme ou état cond. Elle avait alors 14 ans et demi. Depuis ce oment les crises se succédèrent à intervalles rapprochés. état second durait une heure ou deux. Puis le sommeil

(1) Lafontaine. *L'art de magnétiser*, p. 238.
(2) Dr Azam, *Hypnotisme, double conscience et altérations de la personnalité*. Paris, 1887.

·esponsable de ses actes ; mais la désagrégation mentale ıe va pas jusqu'à l'inconscience (1).

Les névroses paraissent être éminemment favorables ıu développement des phénomènes transcendants qui ıccompagnent si souvent les états de dissociation psycho-ogique. Choisissons quelques exemples parmi des cas ıcientifiquement étudiés.

Voici une observation présentée au Congrès des sciences ›sychiques de Chicago en 1893, par les médecins qui ›oignèrent la malade, le Dr S. Fleert Speir et l'ophtalmo-ogiste S. W. Right ; puis par plusieurs témoins, un ancien nagistrat, M. Dailey ; un professeur, M. Charles E. West ; ın astronome, M. Henry ; M. Parkhurst et le directeur lu NEW-YORK HERALD, J. Gordon Bennett. Il s'agit donc le faits bien étudiés par des hommes instruits et compé-ents (2).

Miss Mary J. Fancher, née à Attbeborough (Massa-husetts) en 1848, tombe subitement en crise hystérique, e 2 février 1866, à la suite d'une chute de cheval et d'un ccident de voiture qui lui infligèrent des blessures graves. Son corps prend la forme d'un cerceau ; la tête et les pieds e touchent ; ou bien elle se dresse sur les orteils et ɔurne comme une toupie.

Le 8 février, elle entre en léthargie et présente toutes es apparences de la mort ; puis successivement elle perd ı vue, la parole et l'ouïe. Ses doigts, ses mâchoires, ses ımbes se contractent. Tantôt apparaît la rigidité catalep-ıque ; tantôt l'inertie léthargique. Puis pendant douze ns elle reste contracturée ou paralysée, couchée sur le ôté droit, sans changer de position et sans prendre de

(1) H. Bourru et P. Burot, *Variations de la personnalité* ; Paris, 1888, ›. 15 158.

(2) Les rapports ont été publiés en partie dans les ANNALES DES SCIENCES SYCHIQUES, 1894 ; p. 108.

nourriture. Impossible de découvrir le plus petit battement du pouls, la moindre trace de respiration.

Les yeux qui étaient restés fermés pendant neuf ans s'ouvrirent un jour et ne se refermèrent plus. Ils ne présentaient aucune altération des tissus ou des liquides. Seul, à l'examen ophtalmoscopique, le nerf optique parut atrophié. Le Dr Right estimait que la vision devait être abolie. Les yeux ne présentaient aucun mouvement réflexe. La pupille était insensible à la lumière. Peut-être s'agissait-il plutôt d'une anesthésie systématique et non d'une paralysie du sens de la vue. En effet, au sortir de l'état cataleptique qui dura neuf ans, la malade recouvre la vue et se livre aux ouvrages les plus délicats ; elle brode des fleurs, ou les modèle à la cire ; distingue les couleurs et les nuances ; écrit de la main gauche avec une extraordinaire rapidité.

Elle voyait dans l'obscurité et semblait lire les journaux et les livres par le sens du toucher, étonnamment hyperesthésié, en passant le doigt sur les lignes imprimées. Elle voyait avec leur costume, dans leurs occupations variées, ses parents et ses amis séparés d'elle par de grandes distances.

Le Dr S. Fleert Speir se rappelle qu'une fois, étant auprès de la malade, avec le Dr Ormiston et Miss Crossby, le facteur apporta une lettre à celle-ci. Le docteur la prit ; elle était cachetée et Miss Fancher, qui était en ce moment incapable de parler, prit une ardoise ordinaire et un crayon et écrivit le contenu de la lettre. Un autre jour, elle prévint le docteur qu'il serait probablement volé et qu'il ferait bien de se tenir sur ses gardes. Le lendemain même, la prévision se vérifiait. Elle savait quand le docteur était dans le voisinage ; quand il s'arrêtait sur le palier. Un jour elle annonça son arrivée, alors qu'il venait de sortir de chez lui à un mille de distance.

« Dans une poche de mon habit, écrit le Dr Wright, j'avais au moins une vingtaine d'écheveaux de laine de

lifférentes couleurs. En prenant un seul à la fois, dans na main fermée et restée cachée dans la poche, je lemandais à Miss Fancher le nom de la couleur. Elle me e disait exactement avec une grande promptitude, pour es couleurs principales. Quant aux nuances et aux dégra- lations, elle les nommait moins rapidement. J'ignorais la ouleur. Je ne regardais que lorsqu'elle avait parlé. Une ois je pris un journal et, ayant couvert au hasard un aragraphe avec le doigt, je lui demandai de quoi il était arlé. Elle me dit les principaux points de l'article et je onstatai que c'était exact. »

Miss Fancher présentait des changements nombreux de ersonnalité. Six personnalités différentes se succédaient t chacune d'elles avait reçu de la malade un nom par- iculier. Chacune de ces personnalités avait une manière péciale de parler et d'agir et ne se rappelait que les vénements ayant eu lieu pendant la période de neuf ans ont il a été question. Au sortir de la crise, la personne ormale n'en conservait aucun souvenir. Toute cette longue ériode de neuf ans s'effaçait absolument de sa mémoire. l fallut lui présenter de nouveau beaucoup de personnes ui avaient changé physiquement pendant cet intervalle t qu'elle ne reconnaissait pas.

Miss Fancher avait des hallucinations. Elle croyait evoir les parents et les amis qu'elle avait perdus. Mais lle n'était pas spirite. Elle détestait d'être mise au rang es clairvoyantes et fermait sa porte aux personnes qui uraient voulu la consulter. Elle avait horreur de la éclame. C'était une femme d'une grande intelligence, 'un caractère élevé, et d'une très grande beauté physique, algré ses cruelles épreuves de santé.

M. le Dr Helot, médecin à Bolbec (Seine Inférieure), ut l'occasion d'observer dans sa clientèle, de 1870 à 1880, ne épidémie aux manifestations étranges. Il a publié ses bservations, dont j'extrais ce qui suit.

Ernest... âgé de 13 ans, est atteint subitement d'un

évanouissement, sans convulsions, qui dure environ trois quarts d'heure. Au bout de quinze jours, il est repris de la même manière; seulement la syncope est suivie de discours incohérents avec hallucinations. Revenu à lui, il ne se souvient de rien. Puis les crises se répètent avec une fréquence croissante. Elles se compliquent d'acrobatisme et d'anesthésie de la vue.

Alors se produisent des phénomènes qui jettent l'effroi parmi tous les habitants de la maison. « Tantôt c'est un roulement qu'on entend au premier étage, comme si quelqu'un traînait les lits sur le plancher. On monte en courant et l'on trouve tout en ordre sans la moindre trace de dérangement. Quand on est dans une chambre, le même bruit se produit dans l'autre. On se précipite pour surprendre le mauvais plaisant toujours invisible et pendant qu'on le cherche, le tapage éclate dans l'appartement qu'on vient de quitter.

» La nuit, on voit et on entend les chaises s'agiter, se balancer, les portes remuer comme si on voulait les ouvrir... Presque tous les soirs à la tombée de la nuit, quand la famille montait pour se coucher, on entendait distinctement heurter violemment à la porte de la maison. On se précipitait à la fenêtre, on faisait le guet, on surveillait les alentours. La rue était déserte.

» Ces vacarmes étaient ordinairement le signal d'une crise pour l'enfant.

» Un jour la mère désolée, le voyant pris dans son lit, jeta sur lui quelques gouttes d'eau bénite. Ernest fit un soubresaut et se réveilla subitement. Au même instant, un coup effroyable se fit entendre contre la fenêtre qui occupait la tête de sa couche. Elle était fermée ; mais le père, la mère et une voisine témoins du fait, crurent qu'elle volait en éclats. Pas une vitre pourtant n'était brisée. Seulement le rideau de mousseline tendu devant la fenêtre fut soulevé jusqu'au lit, comme poussé par un

violent coup de vent. Ernest se rappelle avoir vu le rideau voler au-dessus de sa tête. »

Le père d'Ernest finit par être pris du même mal que son fils. Comme lui, il criait, parlait, chantait, pendant des heures entières et n'en conservait aucun souvenir. Très souvent le père et l'enfant entraient en crise en même temps. Ernest semblait être averti de la crise de son père et y faisait allusion dans ses discours. Le père fut guéri au bout de quelques mois.

Un petit frère, âgé d'un an, fut atteint à son tour d'une paralysie des jambes. Ernest annonça qu'il serait guéri le dernier jour d'avril, et la prédiction se réalisa exactement. Il prévoyait aussi ses propres crises et annonça sa guérison, qui eut lieu comme il l'avait prédit. Le caractère épidémique de la maladie indique bien que les sujets exerçaient une action quelconque les uns sur les autres. On ne saurait donc être bien surpris qu'ils pussent annoncer une guérison à l'avance. Peut-être annonçaient-ils simplement les effets faciles à prévoir de la suggestion ou de l'auto-suggestion.

Les phénomènes physiques qui accompagnent ces états extraordinaires prennent parfois une intensité prodigieuse. Ce ne sont plus seulement des bruits sans cause connue. Il n'est pas rare d'entendre parler de maisons hantées, où les meubles enlevés, lancés dans l'espace, finissent par être mis en pièces. On constate généralement que ces accidents sont liés à la présence d'une personne habitant la maison. En éloignant cette personne, les accidents cessent. Les phénomènes de ce genre paraissent être, par leur nature même, étrangers à la psychologie. Mais j'ai cru devoir les citer pour mémoire, parce qu'on les trouve presque toujours en rapport avec certains états psychopathologiques.

On a beaucoup parlé depuis quelques années d'une hystérique italienne, Eusapia Paladino, et des expériences

fameuses auxquelles elle a été soumise par des savants parfaitement compétents, médecins, physiologistes, naturalistes, psychologues, physiciens, légistes, etc., en Italie, en Pologne, en France et en Angleterre. C'est un cas très bien étudié. Sans entrer dans le détail des expériences, je résumerai d'après les publications qu'on en a faites, les principaux phénomènes observés (1).

Eusapia Paladino a reçu dans son enfance un coup au pariétal gauche qui produisit un trou assez profond pour y mettre le doigt. A la suite de cet accident, elle resta sujette à des accès d'épilepsie, de catalepsie et d'hystérie et présente une anesthésie du toucher.

A l'état normal, Eusapia possède la faculté de produire des mouvements d'objets par simple contact ou à distance. Si, par exemple, elle pose la main sur un guéridon, le petit meuble se soulève à 30 ou 40 centimètres et retombe aussitôt qu'elle enlève sa main. En dirigeant ses doigts et ses mains vers un pèse-lettres dit trébuchet, elle produit à volonté l'abaissement du plateau, sans le toucher.

Elle entre spontanément en état second. Sa personnalité somnambulique se donne un nom. Elle s'appelle John. Les séances ont lieu ordinairement dans une demi-obscurité. On s'assure par des contrôles rigoureux que les mains et les pieds du sujet ne peuvent accomplir aucun mouvement sans que les expérimentateurs en soient informés. Des mains fantomales qui n'appartiennent à aucune des personnes présentes, saisissent et transportent des objets divers, agitent une sonnette, font résonner des instruments de musique, touchent, pincent et frappent les expérimentateurs. Des chaises, des guéridons sont transportés à travers l'espace, par une force invisible. Les

(1) de Rochas, *L'extériorisation de la motricité*, ch. I à IX, Paris, 1896. — G de Foulenay, *A propos d'Eusapia Paladino. Les séances de Montfort-l'Amaury*, 1897. ANNALES DES SCIENCES PSYCHIQUES, 1897, pp. 1 à 6; 1898, p. 148.

tables se soulèvent. Des coups retentissent sans cause connue en divers points de l'appartement. Une lumière trop vive détermine, chez le sujet, des crises nerveuses et arrête la production des phénomènes. L'électricité augmente ses forces. Des globes lumineux traversent la pièce et disparaissent. Des rideaux se gonflent et s'agitent. Une boîte à musique rend des sons et la manivelle tourne toute seule. On distingue la silhouette d'une tête, d'un bras, dont l'apparition est annoncée par le sujet.

Quand Eusapia veut produire un mouvement à distance, elle esquisse faiblement ce mouvement avec la main ou le pied, sans toucher les objets ; ses muscles se contractent comme s'ils faisaient un grand effort. Elle gémit ; elle paraît souffrir. Quand l'effet est produit, elle retombe inerte et comme épuisée. Elle est soulevée avec sa chaise et transportée debout sur une table par une force invisible. Elle imprime des mouvements à la table sans la toucher, en tenant ses mains plongées dans deux verres d'eau posés sur la table. Un caillou volumineux, pesant 500 grammes et de provenance inconnue, tombe avec un bruit violent sur la table, pendant que les observateurs tenaient les mains et les jambes d'Eusapia, dans l'obscurité complète. Parfois les expérimentateurs font la chaine en se tenant par les mains, sur la demande d'Eusapia, pour lui donner de la force, dit-elle, tandis que d'autres lui tiennent les pieds. Saisie par les mains et par les pieds, Eusapia annonce qu'elle va enlever la clef d'un bahut placé à distance. La clef tourne, grince dans la serrure, mais ne tombe pas. En agitant les mains, elle provoque le mouvement synchronique des meubles placés dans son voisinage. Elle fait ouvrir et fermer alternativement la porte du bahut dont on a retiré la clef, en frappant des coups en cadence sur les joues d'un des assistants. Les phénomènes sont toujours annoncés par Eusapia et se produisent à une lumière suffisante pour que le contrôle soit facile et rigoureux. En plaçant dans le voisinage du

sujet, mais hors de sa portée, de la terre glaise ou du mastic de vitrier, on obtient des moulages reproduisant ses mains et son visage.

On a constaté que si, grâce à un contrôle insuffisant, Eusapia peut produire un phénomène au moyen d'un artifice ou d'une tricherie, elle le fait, probablement inconsciemment et pour éviter un effort pénible. Mais ses ruses constatées n'infirment nullement les faits authentiquement vérifiés (1).

En résumé les savants, très dignes de foi, qui ont expérimenté avec Eusapia Paladino paraissent disposés à croire à la réalité de la plupart des phénomènes dont ils ont été témoins : mouvements d'objets sans contact, à distance ; effets lumineux ; production de mains fantomales ; impressions de mains et de visages dans des substances plastiques, sans contact des mains ni du visage du sujet. Les observateurs croient avoir exercé un contrôle suffisant pour écarter les causes d'illusion et dejouer la simulation, au moins dans un certain nombre de cas.

Eusapia subit la suggestion du milieu où elle opère. Avec des spirites le personnage somnambulique de l'état de crise se qualifie John et prétend être l'esprit d'un mort. Avec des savants, John disparait et il est remplace par une simple force, dont Eusapia parle en l'appelant « cette force », *questa forza*.

On a appelé l'attention sur le côté ridicule, presque grotesque des expériences. Ce caractère est parfaitement conforme à ce que nous savons des synthèses somnambuliques, dont la mentalité est si incomplète. On ne doit pas s'attendre à autre chose qu'à des manifestations vulgaires de la part d'une personne déséquilibrée, sans éducation et sans instruction, si les phénomènes observés dépendent d'elle. On prétend avoir constaté que pendant

(1) Toutes les expériences faites en Angleterre, à Cambridge en 1895, furent reconnues entachées de fraude.

la production des phénomènes, le sujet et les expérimentateurs formant la chaîne, perdent une partie de leur force dynamométrique et que le total de la force perdue équivaudrait à la force moyenne d'un homme. Si le fait se confirmait, il faudrait bien chercher dans l'organisme humain la source de l'énergie dépensée. Mais tout est encore à faire dans cet ordre d'investigations. L'hypothèse d'une extériorisation de la motricité, proposée par M. de Rochas, n'explique rien. Elle constate seulement le fait de l'action à distance.

Eusapia Paladino n'est pas unique dans son genre. D'autres hystériques, Home, Slade ont parcouru l'Europe et l'Amérique en donnant le spectacle de phénomènes semblables. Le savant anglais William Crookes a publié ses expériences avec Home; l'astronome allemand Zœllner et le Dr Paul Gibier ont fait connaître les leurs avec Slade (1).

Les effets du somnambulisme pathologique varient à l'infini suivant les causes qui le produisent, les diathèses individuelles, le degré de culture et d'intelligence des malades, leurs occupations habituelles, le milieu dans lequel ils vivent. A côté des états classiques pris pour types, les névroses comme l'hystérie ou l'épilepsie présentent une infinie variété d'états intermédiaires, jusqu'à ces formes larvées où la maladie ne se manifeste plus que par quelques symptômes si fugitifs qu'ils échappent facilement aux observateurs non prévenus. Cependant la tare névropathique est là, prête à se réveiller avec les caractères les plus intenses, à la première occasion. Les hallucinations, les auto-suggestions changent avec les préoccupations habituelles de chaque malade. Au lieu d'une

(1) William Crookes F. R. S., *Nouvelles experiences sur la force psychique; Recherches sur les phénomènes du spiritualisme.* Paris, in-12 de 200 p., sans date. — Zœllner, WISSENSCHAFTLICHE ABHANDLUNGEN, 1877-1881. Leipzig, 4 vol. in-8°. — Dr Paul Gibier, *Le Spiritisme, Fakirisme occidental.* Paris, 1887, un vol. in-12 de XXXII-396 pages.

pauvre femme, de condition médiocre, gagnant sa vie par son travail, comme Félida, supposons que les troubles hystériques ou névropathiques viennent frapper une personne intelligente, instruite, menant la vie religieuse dans un cloître; les manifestations seront bien différentes.

Arrêtons-nous à ce dernier cas, qui soulève des questions extrêmement délicates, et prenons un exemple que j'emprunte à un ouvrage récent. Les faits, les lieux, les personnes m'étaient connus depuis longtemps. J'observerai la même discrétion que l'auteur, M. l'abbé Segaud, en supprimant les noms propres (1).

Une religieuse âgée de 33 ans et d'origine allemande, que nous désignerons sous le nom de Madame N., entre au couvent de X en 1889. Elle ne tarde pas à tomber malade. Elle a des crachements de sang abondants suivis d'une faiblesse extrême. A la suite d'une neuvaine, sa santé s'améliore. Les crachements de sang cessent. Elle reprend la vie commune. Mais au mois de mai 1890 surgissent tout à coup des phénomènes d'un autre ordre : extases, attitudes plastiques, acrobatisme, hallucinations et stigmates hémorragiques.

Dans ses crises, Madame N. se figure qu'elle est au ciel, au purgatoire ou en enfer. Elle aperçoit la sainte Vierge, l'Enfant Jésus, Notre Seigneur Jésus-Christ, des anges, des saints, toute la cour céleste. Non seulement elle croit voir ces personnages, mais elle les touche, elle leur parle, s'entretient avec eux et entend leurs réponses. Tantôt elle assiste, au jardin des oliviers, à l'agonie de Jésus. Tantôt elle reçoit la communion des mains de la sainte Vierge qu'elle voit revêtue d'ornements sacerdotaux, comme ceux que porte le prêtre à l'autel. Tantôt elle est au calvaire. La sainte Vierge l'étend et la cloue sur une croix, lui pose une couronne d'épines sur la tête, lui perce

(1) *Une manifestation diabolique*, 1890-1891. *Étude sur le caractère de faits merveilleux*, par l'abbé Segaud. Lyon, 1899; un vol. in-8° de 287 p.

le côté d'un coup de lance ; puis, après un temps plus ou moins long et des souffrances horribles pour la patiente, Marie arrache les clous. Le supplice est terminé, etc.

Ces visions sont accompagnées d'extases et d'attitudes plastiques. Ainsi au moment du crucifiement, qui se produit surtout le vendredi de midi à trois heures, on voit Madame N. se renverser en arrière les bras en croix, les doigts légèrement repliés. Puis le pied droit se porte sur le pied gauche. Elle reste ainsi les yeux et la bouche entr'ouverts, la langue collée au palais, muette par conséquent, le visage exprimant la plus vive souffrance. La scène finit brusquement et la crise se termine par une extase.

Parfois la sœur saute sur une chaise et s'agenouille sur le dossier dans une position d'équilibre instable ; ou bien encore sur la barre de fer de son lit, les bras en croix.

Le plus souvent elle reste en relation avec le monde extérieur, entend ce qu'on dit autour d'elle et répond aux questions qu'on lui adresse. Avec tout le monde elle emploie le tutoiement. Mais ce n'est pas elle qui parle. Elle répond au nom des personnages qu'elle croit voir, comme si c'étaient eux-mêmes qui parlaient par sa bouche. Elle écrit aussi sous leur dictée. Il lui est arrivé d'écrire dans l'obscurité ce que lui dictait la sainte Vierge, éclairée, disait-elle, par les rayons éclatants qui se dégageaient de sa robe.

Elle se souvient ordinairement de ses hallucinations, ce qui lui a permis d'en écrire le récit sur l'ordre de son supérieur.

Au point de vue de la sensibilité générale et de l'excitabilité musculaire, la visionnaire ne présente rien de particulier pendant ses crises, si ce n'est une certaine hyperesthésie cutanée. On n'a constaté ni contractures, ni anesthésies.

Mais le crucifiement laisse des traces sensibles et per-

ɔlique, en tous points, aux stigmates des pieds comme 'orme, couleur, aspect et situation.

» 6° *Au côté gauche.* Un peu en arrière du sein, au-lessous de l'aisselle, au niveau d'un espace intercostal, il ɜxiste une plaque rouge, de forme ovalaire, à grand liamètre, dirigée d'avant en arrière, offrant la dimension l'une pièce de cinq francs ; cette plaque était plus foncée lans la zone centrale que dans la zone périphérique. La ɔression du doigt y suscitait une très vive douleur.

» Trois mois après ce premier examen qui nous fournit es constatations ci-dessus mentionnées, le stigmate, exa-niné de nouveau, était notablement augmenté et plus 'ouge. Il mesurait huit centimètres de long sur trois cen-imètres de large ; sa forme était celle d'un losange très ıllongé. On distinguait une zone médiane, d'un rouge plus 'if, recouverte d'un épiderme rugueux et brun noirâtre, ıttestant un saignement et comme un soulèvement ampou-aire de date récente.

» *Hémorragies.* Par ces stigmates il se produit deux ɔrtes d'écoulement : l'un, peu abondant et très incon-ıtant, composé d'un liquide jaunâtre séro-fibrineux, empe-ıant le linge ; l'autre, le plus fréquent et le plus remarqué, ɔonstitué par du sang pur, d'un rouge vif. La quantité de ang perdu est très variable, tantôt faible et tantôt ıbondante. Les plus fortes hémorragies se font par les ıtigmates frontaux et par celui du côté gauche de la ɔoitrine ; celles des pieds et des mains ont été rares, assez ɔrononcées dans les premiers temps et réduites plus tard ı un suintement.

» L'hémorragie par les stigmates frontaux imprègne tout e linge qui est au front, le traverse, coule sur les joues le la voyante et jusque sur la dalle où elle est agenouillée.

» Au côté gauche de la poitrine, le stigmate fournit ıussi un écoulement important, qui pénètre les vêtements.

» Ces hémorragies et les douleurs qui les accompagnent ıe produisent pendant l'extase, mais aussi en dehors

d'elle, souvent pendant la célébrat
de la messe.

» Il arriva même une fois que l
pendant qu'elle était à table, alors
dont elle ignorait la présence, célé
de la messe (1). »

A ces effets physiques sont venus
mènes d'un autre ordre.

L'extatique, nous dit-on, disce
« Une novice et une religieuse du c
ont formé très secrètement le p
vocation. La voyante les appelle l'
révèle ce triste projet et les deux r

» Un jour Madame N. fit écrire
couvent voué à l'instruction : « I
» ne pratique plus assez bien les
» telles et telles... se négligent. » L
gée de le reconnaître et de répondr

» D'autres fois, à des intervalles
elle fit la direction spirituelle, dire
par intermédiaire, à plus de cent p
à un évêque venu pour la voir et
ecclésiastiques. Tous ont reconnu
avait dit le mot juste et précis, r
teur (2). »

Ces détails sont empruntés au r
supérieur de Madame N. à l'évêqu
tique annonça des événements qui s
en dehors de sa présence.

« C'est ainsi, écrit M. le Rapp
fois elle a empêché qu'on m'écrivît
tuelle, disant que je n'y étais pas et

(1) *Une manifestation diabolique*, p. 21.
(2) *Ibid.*, p. 24.

rriver incessamment. Chaque fois je suis venu réellenent.

» Un jour elle nous annonce la venue prochaine d'un vêque. Mgr Y. descendit peu de temps après à la naison et ayant voulu voir la visionnaire, elle lui raconta resque tous les faits et gestes de son épiscopat.

» Une autre fois, le prêtre chargé de contrôler les faits xtraordinaires dont Madame N. était l'objet, se dirigeant vers la maison, fut tout étonné, en arrivant, de se oir attendu. Plus d'un quart d'heure avant son arrivée, lors qu'il était encore à plus d'un kilomètre, la voyante vait dit : « Je vois l'ange de Monsieur N. qui vient. »

» Une personne se trouvant auprès de la voyante au noment où son fils passait son examen, à près de ent kilomètres de là, lui demanda s'il était reçu. — Oui l est reçu. — Dans quel rang est-il reçu ? — Je ne ais pas, car tous les candidats ne sont pas encore assés.

» Une heure après, en effet, le succès du jeune homme tait annoncé (1). »

Voici d'autres faits qui se rapportent à ce qu'on désigne ous le nom de lucidité et de lecture de pensée.

« Ayant préparé, écrit M. le Rapporteur, plusieurs uestions à poser dans l'extase de la voyante, il m'arriva ne fois d'oublier une de ces questions. Elle m'en avertit mmédiatement et comme je ne me la rappelais plus, elle ne la dit elle-même.

» Plusieurs personnes de la maison, au commencement les apparitions, écrivaient à la sainte Vierge, sans les acheter, des lettres de dévotion, des demandes de conseils et d'avis spirituels. Marie y répondit exactement (2). Mais quelques-unes d'entre elles ayant pensé malicieu-

(1) *Une manifestation diabolique*, p. 25.
(2) Par l'intermédiaire de la voyante.

sement que Madame N. lisait leurs lettres, ce qui rendait plus faciles ses réponses, l'extatique vit leurs doutes et les pria de lui présenter désormais les lettres cachetées. Il fut fait ainsi et ces lettres eurent des réponses aussi exactes que les précédentes.

» Moi-même, j'avais dans mon carnet une lettre à lire pendant une extase. La voyante l'ignorait complètement. Pendant l'extase je ne pense plus à ma lettre ; elle me révèle immédiatement mon oubli (1). »

Le rapporteur raconte encore qu'un jour que la sœur en extase venait de communier, disait-elle, des mains de la sainte Vierge, il lui commanda mentalement de lui dire si elle avait reçu Jésus substantiellement. « Relevant la tête et se retournant de mon côté, elle prononça ces quatre mots en latin : *Jesus in corde meo !* Puis elle reprit sa posture d'action de grâces (2). »

Plusieurs fois des médecins la consultèrent à propos de leurs malades. Elle décrivait les maladies sans les voir et se servait des mots techniques qu'elle ne comprenait pas. Elle se les faisait expliquer.

Ces faits impressionnèrent vivement, comme on peut le croire, toutes les personnes qui en furent les témoins. Sœur N. édifiait la communauté par sa piété, son esprit d'obéissance et son humilité.

« Le fruit de toutes ses extases, écrit son supérieur, est une paix profonde... et le bien que Mme N. fait tous les jours et qui se continue depuis le commencement non seulement à X. mais partout où il est porté et il se fait avec continuité.

» Madame N., nous en sommes témoin, se sanctifie tous les jours de plus en plus, sous l'action des manifestations qu'elle reçoit... On ne sort jamais d'une entrevue avec la stigmatisée sans être embaumé, consolé, encouragé (3). »

(1) *Une manifestation diabolique*, p. 27.
(2) *Loc. cit.*, p. 23.
(3) *Loc. cit.*, p. 36.

Sa sincérité ne faisait de doute pour personne. « Il nous semble aussi difficile, écrit son supérieur, de supposer que la supercherie soit possible de la part de cette pauvre fille. Vu sa simplicité et sa candeur, on ne peut s'arrêter à cette pensée même une minute. Elle nous a signé une pièce où elle jure que tous les phénomènes dont elle est le sujet ne proviennent point d'elle pas plus que les révélations et les visions. » (1)

Ces bonnes impressions ne devaient pas durer.

Un jour Sœur N. en extase s'exprime en ces termes :

« La bonne Mère (c'est ainsi qu'elle désignait la sainte Vierge) dit : « Je ne suis pas venue ici seulement pour la maison de X., mais pour la France et l'Europe entière.

» Je veux que vous me bâtissiez ici une église où je serai honorée sous le vocable de Marie, Reine de la paix chrétienne.

» Je t'en charge complètement, mon fils... *(ici le nom du supérieur)*. Je te donne sainte Philomène pour t'aider au temporel... Tu élèveras un autel à cette sainte dans l'église.

» On creusera un puits à l'extérieur de l'église, dont les eaux salutaires guériront les maladies et feront des miracles. Ce sera le puits de la Paix.

» Dans l'intérieur de l'église, il y aura le puits de la Pénitence, où viendront se convertir je ne dis pas des milliers, mais des millions de pécheurs, même les francs-maçons.

» Tu combineras le plan de cette église avec Madame la Supérieure, je vous inspirerai... » (2).

Le supérieur s'empressa de demander à l'évêque du diocèse l'autorisation de construire l'église en question. Comme la réponse se faisait attendre, la visionnaire dicta

(1) *Une manifestation diabolique*, p. 36.
(2) *Ibid.*, p. 34.

deux lettres destinées à l'évêque, pour lui dire de s'occuper plus rapidement de cette affaire ; qu'il y allait de son devoir et de la gloire de Dieu et de Marie ! La première de ces lettres, dit M. l'abbé Segaud (1), était tout au plus polie. La seconde l'était moins encore.

Cette attitude irrespectueuse fit naître des soupçons sur la nature des phénomènes. L'affaire fut confiée à l'examen d'un savant théologien étranger, qui formula ses conclusions dans ces trois propositions :

1. La plupart des phénomènes arrivés à Madame N. ne peuvent pas s'expliquer naturellement. Ils dépassent les forces de la nature.

2. Aucun de ces phénomènes n'exige l'intervention de Dieu, ne nécessite pour être accompli, la toute-puissance.

3. Enfin dans beaucoup de ces phénomènes il y a l'indice, la marque de l'influence diabolique.

M. l'abbé Segaud nous apprend que ces trois conclusions ayant été données, développées et prouvées dans un rapport oral fait devant l'évêque et son conseil épiscopal, l'autorité compétente jugea que « *tous* les faits arrivés à Madame N. étaient dus à l'intervention du démon ; qu'en conséquence, on devait les regarder et tenir comme tels. Et tout fut fini (2). »

C'est aussi à cette opinion, beaucoup plus radicale que celle du théologien étranger, que se rallie M. l'abbé Segaud. Il ne nous fait pas connaître les raisons invoquées par le conseil épiscopal. Mais il développe les siennes. Il s'efforce de démontrer que Madame N. n'était ni une hystérique, ni une somnambule, ni une hypnotisée et que l'auto-suggestion n'est pour rien dans les phénomènes dont elle fut l'objet. Son procédé de démonstration consiste à prendre un type classique de chacun de ces états et à montrer que les faits observés chez la visionnaire du couvent

(1) *Une manifestation diabolique*, p. 261.
(2) *Loc. cit.*, p. 262.

le X. ne correspondent à aucun de ces types, ce qui est parfaitement vrai. Il paraît ignorer que la symptomatologie des névroses ne se laisse pas encadrer dans quelques définitions rigides et invariables. Nous avons vu que les choses se passent beaucoup moins simplement. L'état somnambulique, l'état second sont quelquefois très difficiles à diagnostiquer. « Chez Félida, dit le Dr Azam, l'état d'accès, de condition seconde est une existence complète, parfaitement raisonnable, si parfaite que nul, même prévenu, s'il n'était averti par son mari ou par moi, ne saurait discerner celui de ces deux états qui est l'état surajouté. » M. l'abbé Segaud passe rapidement sur les troubles de santé qu'on avait constatés chez l'extatique. Après avoir parlé de ses crachements de sang, il ajoute : qu'elle se porte très bien. Il omet un fait qui a pourtant sa valeur et que je puis affirmer. Après l'entrée au couvent de Mme N., comme elle était toujours malade, les sœurs, ses compagnes, demandèrent le renvoi de ce « pilier d'infirmerie ». Les médecins qui examinèrent la visionnaire, furent beaucoup moins affirmatifs que M. l'abbé Segaud et s'abstinrent prudemment de la déclarer indemne de toute tare névropathique.

Nous ne nous demanderons pas si les prétendues visions de Mme N. correspondraient, comme on l'a cru dans son entourage, à des réalités objectives, à des apparitions. Aucun fait ne vient à l'appui d'une telle hypothèse et nous admettrons jusqu'à preuve du contraire qu'il s'agit d'hallucinations subjectives. Leur caractère religieux n'offre pas un intérêt spécial au point de vue psychologique. Elles ne diffèrent pas de ce qu'une imagination exaltée peut produire. On y relève des détails d'une puérilité ridicule. La sainte Vierge transformée en bourreau, clouant elle-même la sœur sur la croix ; ou bien lui donnant la communion, revêtue d'une chasuble, sont de pures divagations. Le sujet déclare qu'il n'y est pour rien; ce qui s'explique tout

naturellement par une de ces auto-suggestions inconscientes dont les exemples sont nombreux.

Parfois l'extatique perdait toute relation avec le monde extérieur, toute notion des lieux et des personnes et ne conservait aucun souvenir de ce qui s'était passé. M. l'abbé Segaud omet ce détail que des témoins m'ont affirmé. Généralement elle entendait les questions qu'on lui posait et elle y répondait, mais à la condition que ces questions se rapportassent aux personnages qui se trouvaient dans le champ de ses hallucinations. Elle a écrit elle-même le récit de ses visions. On peut supposer qu'elle s'en souvenait à la faveur d'un état second qui aurait échappé aux témoins. On sait d'ailleurs que l'oubli complet, après les crises, n'est pas une règle absolue.

Jusqu'au moment où l'extatique prit une attitude irrespectueuse à l'égard de l'évêque, on crut très fermement au surnaturel divin. C'est l'impression qui résulte manifestement du rapport du supérieur, impression que les médecins eux-mêmes paraissent avoir partagée. Par suite, toutes les observations furent entachées d'une prévention favorable qui fit écarter toute idée de fraude ou de supercherie. Mais après la décision des théologiens, ce premier enthousiasme se refroidit.

« Tout en rendant hommage, écrit M. l'abbé Segaud, à la vertu de Madame N., qui cependant n'avait rien d'extraordinaire et même (nous croyons que la fin de son histoire nous permet de l'avancer) était un peu entachée d'orgueil, nous jugeons par toutes les circonstances qui ont entouré le fait, que Satan avait bien fait son choix (1). »

Un peu plus loin, parlant des bons effets produits par la vision sur la visionnaire et sur tous ceux qui l'entouraient, signalés dans le rapport du supérieur, M. Segaud ajoute :

« On ne voit pas qu'elle se soit élevée bien haut dans

(1) *Une manifestation diabolique*, p. 231.

la perfection ; rien de bien marquant à signaler sur ce point.

» Le même rapporteur qui la jugeait ainsi quand, trompé par la supercherie diabolique, il croyait à des manifestations divines, sans cependant la croire mauvaise alors, l'aurait certainement vue d'une autre manière quand elle quitta la maison de X. pour retourner dans son pays d'origine L'impression favorable du premier moment, produite par la curiosité du fait et les circonstances de bonté et de beauté qui l'entourèrent, furent pour une grande part dans la rédaction du rapport. Ce qui le prouve, c'est que le rapporteur en jugea tout autrement quand l'imposture fut découverte (1) ».

Puis à propos des prétendus discernements de conscience : « A toutes les personnes qui ont eu l'avantage de voir notre extatique, la visionnaire commençait par dire quelques circonstances cachées de leur existence antérieure ; elle leur révélait surtout quelques fautes ou défauts, pour finir par des conseils sages et pratiques soi-disant, sur les moyens qu'elles devaient prendre pour se sanctifier et se sauver. »

Ces prétendues révélations de la vie cachée se réduisent donc à des détails bien vagues. Qui n'a pas quelque faute ou quelque défaut à se reprocher ? « Une fois, dit un témoin, que la supercherie fut découverte, que la décision rendue par l'autorité compétente fut portée, quand je revins par la réflexion sur tout ce qui m'avait été dit, je reconnus dans la révélation de ma vie antérieure un fait qui ne dépassait pas les forces de Satan et dans les conseils qui me furent donnés, tout ce qu'un homme sage, prudent et pieux aurait pu me dire et rien de plus (2). »

Verra-t-on dans les quatre mots latins prononcés par la sœur en prière, en réponse à une question mentale de son

(1) *Une manifestation diabolique*, p. 235.
(2) *Loc. cit.*, p. 235

supérieur, un signe de surintelligence ? Je ne le pense pas. Il n'est pas surprenant qu'une personne habituée à lire et à réciter chaque jour des prières et des psaumes en latin en ait retenu quelques mots.

Admettons que les phénomènes de lucidité, de lecture de pensée n'aient pas été exagérés sous « l'impression favorable du premier moment » ; ils ne diffèrent pas de ceux que nous avons vu attribuer aux somnambules, aux hypnotisés, aux malades, aux hystériques, aux personnes en état de désagrégation psychologique en un mot, sans parler de la possibilité des coïncidences fortuites, très admissible par exemple dans le fait d'annoncer la réussite d'un étudiant dans son examen.

Restent les phénomènes de stigmatisation. J'admets la sincérité de Madame X. Mais si c'était une malade, comme je le crois, ne peut-on pas supposer la fraude inconsciente? Est-on sûr qu'elle n'a jamais pratiqué sur elle-même, inconsciemment, quelque opération de nature à favoriser sous l'influence de l'auto-suggestion les écoulements sanguins qui se produisirent ensuite d'une façon spontanée ? De simples piqûres d'aiguille n'auraient-elles pas suffi pour produire des effets comparables à ceux que nous avons vus résulter de la dermographie ? Des témoins ont affirmé que les divers stigmates avaient commencé par une rougeur de la grosseur d'une « piqûre de puce »... et l'aiguille n'est pas une pure supposition. Elle a été retrouvée. Écoutez ce que raconte M. l'abbé Segaud :

« A l'évêché de X. on mettait une sage lenteur à porter un jugement sur tous ces faits merveilleux. Satan en devint furieux et s'en prit un jour à la voyante. De rage, dans une vraie bataille qu'elle soutint contre lui, il lui planta au front une aiguille qu'elle portait à sa guimpe.

» Sur l'avis de la sœur qui en souffrait et qui raconta ce qui s'était passé, un des médecins chargés de l'exami-

er, ayant été mandé, fit une incision de la peau et trouva 'aiguille tout entière entre l'os frontal et le périoste (1). »

Qu'on ait ajouté foi sous « l'impression favorable du ›remier moment » à cette bataille terrible entre Satan et la 'isionnaire, dont la réalité repose sur l'unique témoignage le Mme N., cela se conçoit. Mais, en y réfléchissant de ang-froid, la découverte de cette aiguille qui, après avoir ;heminé sous la peau, vint s'arrêter sur l'os frontal, n'est-ılle pas éminemment suggestive ? M. l'abbé Segaud persiste à croire au miracle. Il pense qu'il est facile à Satan le « neutraliser la pesanteur de l'air sur les pieds, les nains et autour de la tête d'un homme pour laisser immédiatement suinter le sang » (2).

J'ignore absolument si cette opération est facile pour Satan. Mais avant d'admettre un fait aussi grave que la simulation diabolique des stigmates divins, je préfère n'en tenir à une explication beaucoup plus simple, qui se ›résente naturellement à l'esprit après la découverte de 'aiguille révélatrice. N'est-ce pas l'instrument dont Mme N. ı dû se servir pour produire, inconsciemment je l'admets, es points hémorragiques développés ensuite par auto-suggestion ?

Il est regrettable que M. l'abbé Segaud n'ait publié que ›ar fragments, qu'on pourrait supposer choisis dans l'intérêt de sa thèse, les rapports des médecins, du supérieur et des théologiens. Le cas est assez intéressant pour justifier une publication intégrale et parfaitement fidèle (3) de ;ous les documents, qui seule pourrait faire une lumière ;omplète. M. Segaud nous parle d'une vingtaine de théologiens, et de médecins chargés d'examiner l'extatique et l'une centaine d'autres témoins. C'est dire que l'enquête

(1) *Une manifestation diabolique*, p. 260.
(2) *Loc. cit.*, p. 259.
(3) Les citations entre guillemets ne sont pas toujours exactes. Comparer, par exemple, la citation de la page 24 avec la version différente donnée p. 175.

s'est faite avec une ampleur dont son résumé ne donne qu'une idée très imparfaite. Je signalerai aussi une lacune fâcheuse. M. l'abbé Segaud nous apprend qu'après la décision épiscopale tout fut fini. Mais il omet de nous dire ce qu'il advint de la possédée, après qu'elle eût quitté son couvent, si elle fut guérie et par quels moyens médicaux ou spirituels. C'était un point important à nous faire connaître.

En résumé, l'insistance de Mme N. à provoquer l'établissement d'un centre nouveau de dévotion et de pèlerinages à la faveur de manifestations plus ou moins suspectes; la prétention qu'elle avait de diriger les consciences et de gourmander son évêque au nom de la sainte Vierge, la rendaient nécessairement justiciable des tribunaux ecclésiastiques, et je ne doute pas que les théologiens aient eu d'excellentes raisons pour conclure à l'action diabolique dans cette étrange histoire. Mais il ne résulte pas du livre que je viens d'analyser que *tous* les phénomènes anormaux observés chez l'extatique aient eu une cause surnaturelle.

Nous avons vu ce qu'on peut penser de ses prétendues visions et des faits de stigmatisation parfaitement susceptibles de recevoir une explication naturelle. Dans le discernement des consciences elle s'en tint à des révélations si vagues que les témoins eux-mêmes en firent l'aveu après être revenus de leur première impression. Ses prévisions n'écartent pas la possibilité des coïncidences fortuites. Quant aux phénomènes attribués à la lucidité, ils ne diffèrent pas des faits semblables observés chez les somnambules et les malades.

Mais dans le cas de Mme N. est-on en présence de phénomènes vrais ou de phénomènes apparents? Les observateurs n'ont-ils pas été dupes de leurs propres illusions, en attribuant à quelque faculté transcendante des effets dus à l'hyperesthésie sensorielle d'une malade?

Quand Mme N. lisait ou prétendait lire dans les secrètes pensées des personnes présentes, n'y était-elle pas aidée par quelque signe extérieur qui échappait à l'attention et à la connaissance de ces dernières ? A-t-on pris toutes les précautions reconnues nécessaires par les psychologues expérimentés, pour déjouer les fraudes inconscientes du sujet ? Évidemment non, puisqu'on n'osait même pas s'arrêter une minute à la pensée que la fraude fût possible chez une si respectable personne. C'est du moins ce qui résulte du livre de M. l'abbé Segaud, si les faits sont tels qu'il les présente.

Cet exemple me paraît être la conclusion naturelle des pages qui précèdent. Il montre quels services la psychologie des malades peut rendre dans l'examen critique des cas analogues à celui-ci et quelle prudence elle impose.

Nous avons passé en revue les troubles de la sensibilité, de l'intelligence et de la volonté sous l'influence de causes morbides diverses, et nous avons constaté une modalité assez uniforme dans les phénomènes. Les mêmes effets d'anesthésie systématique, de suggestibilité, d'hyperesthésie mentale et sensorielle, de rappels de mémoire, d'automatisme, créent entre tous ces états des affinités incontestables. Le somnambulisme spontané et pathologique, l'hystérie, les névroses en général, nous ont fourni de nouveaux éléments pour l'étude des états seconds et des altérations profondes de la personnalité. Nous avons retrouvé sur le terrain pathologique les phénomènes de suggestion mentale, de lecture de pensée, de télépathie, de lucidité, que nous connaissions déjà. Nous avons vu surgir des phénomènes physiques, non moins extraordinaires, qui ne rentrent pas précisément dans le cadre de cette étude, mais que nous ne pouvions passer sous silence, parce qu'ils paraissent se rattacher, avec une certaine constance, à l'état de dissociation, qui leur est favorable. Nous avons vu enfin se mêler à toute cette symptomato-

(A suivre)

A. ARCE

J.-H. FABRE

SOUVENIRS ENTOMOLOGIQUES (VIe SÉRIE)

L'apparition d'un livre de M. J.-H. Fabre constitue toujours une bonne nouvelle, accueillie avec empressement des philosophes, des naturalistes de profession, et même des simples curieux de la nature.

C'est que les livres de M. Fabre ne sont pas d'une facture vulgaire ; l'auteur a un certain faire particulier qui attire nécessairement l'attention et la faveur.

Il y a aujourd'hui deux manières de faire un livre, et une troisième.

Dans le premier procédé, on commence par lire un grand nombre de livres sur le sujet qu'on veut traiter ; on s'en imbibe, on s'y détrempe. Puis on laisse reposer, on décante, on filtre, on rassemble enfin un résidu, qui, convenablement délayé, peut quelquefois former un livre visible.

Faire un livre avec des livres, c'est le procédé vulgaire, à la portée des imbéciles. C'est par conséquent le plus employé.

Le second procédé n'est guère plus difficile. On tâche de pêcher quelques idées, dans son propre esprit si on en a un, dans l'esprit des autres si on n'en a pas. Il suffit de deux ou trois, ou même d'une seule idée ; il y a même des auteurs qui, après une pêche infructueuse, travaillent à vide avec succès. On pétrit cela, on malaxe, on agite, on fait fermenter, on distille, on recueille finalement un produit volatil qu'on livre à l'imprimeur.

Faire un livre avec des livres, faire un livre avec des idées, ou même avec pas d'idées, le commun des auteurs ne sort pas de là. M. Fabre emploie la troisième manière, beaucoup plus rare parce qu'elle est plus laborieuse, et que, du reste, elle n'est à la portée que d'un très petit nombre d'esprits : il fait des livres d'observation.

Cette troisième manière consiste à déchiffrer le grand livre de la nature, à en traduire fidèlement ce qu'on en a lu, et parfois à le commenter sobrement. Ce livre sublime est ouvert aux yeux de tous, mais combien peu savent le lire et l'interpréter ! M. Fabre, lui, le lit couramment, en devine les sens cachés, et le met en un langage charmant à la portée de tout le monde. Voilà pourquoi les livres de M. Fabre sont si bien reçus de tous les amis de la nature.

Mais nous n'avons guère besoin d'en faire l'éloge : les lecteurs de la REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES connaissent M. Fabre, qui, depuis plusieurs années, veut bien leur offrir de temps en temps les prémices de ses savantes publications (1).

Le VIe volume des *Souvenirs entomologiques* qui vient de paraître, contient des documents de première importance aussi bien au point de vue de l'interprétation philosophique de l'instinct, qu'au point de vue de la zoologie pure. Les zoologistes en particulier seront charmés d'y rencontrer plus de détails anatomiques et physiologiques nouveaux que dans les volumes précédents de ce grand ouvrage.

Mais pour les amis de M. Fabre, les chapitres les plus agréables du livre seront assurément ceux qui lèvent un petit coin du voile qui recouvre la vie modeste et labo-

(1) *La nidification du Scarabée sacré*, t. XL, livr. de juillet 1896, pp. 5-25. — *Les Nécrophores*, t. XLII, livr. de juillet 1897, pp. 5-38. — *La simulation de la mort*, t. XLIV, livr. de juillet 1898, pp. 111-139. — *Les Rhynchites*, t. XLVI, livr. de juillet 1899, pp. 5-32. — *Les Psyches*, t. XLVIII, livr. de juillet 1900, pp. 5-39.

rieuse du savant entomologiste de Sérignan. Nous en profiterons pour consacrer ici quelques pages au savant, avant d'analyser les découvertes nouvelles qu'il vient de publier.

L'histoire de Joseph-Henri Fabre est bien humble ; mais, à défaut d'autre lustre, la splendeur de la science l'illumine tout entière de ses rayons dorés, et mieux encore que la science, la généreuse vertu du travail lui donne un prix qui dépasse toutes les richesses de ce monde.

Fils d'une vaillante race de cultivateurs, ou plutôt de pasteurs, ses aïeux ne devaient lui laisser pour tracer son chemin par le monde, que beaucoup d'esprit et beaucoup de cœur : « Gens de la terre et n'ayant jamais ouvert un livre de leur vie, tant leur brouille avec l'alphabet était profonde, ils cultivaient un maigre bien sur l'échine granitique et froide du plateau rouergat. La maison, isolée parmi les genêts et les bruyères, sans voisin aucun bien loin à la ronde, de temps à autre visitée par les loups, était pour eux l'orbe du monde... A part quelques villages des alentours, où les jours de foire se conduisaient les veaux, le reste n'était connu, et très vaguement, que par ouï-dire. Dans cette sauvage solitude, les bas-fonds bourbeux, à fondrières tremblantes, d'où suintaient les eaux irisées, fournissaient l'herbage dru aux vaches, principale richesse. En été, sur les pentes à courte pelouse, parquaient les moutons, protégés contre la bête de rapine par une enceinte mobile. Au centre était la hutte roulante du pâtre. Deux molosses armés de colliers à pointe de clou répondaient de la tranquillité, si le loup survenait la nuit des bois voisins. »

Le premier de sa génération, le père de notre savant s'était laissé tenter par la ville : il savait à peu près lire et écrire, et s'imaginait qu'avec une telle science on devait nécessairement devenir un riche citadin... Rêve

trompeur, hélas ! auquel succéda bientôt la plus sombre des réalités. Pour alléger d'une bouche le pauvre ménage il fallut renvoyer le petit Joseph, âgé de 5 à 6 ans, aux soins des grands-parents dans la vieille ferme.

Rien de pittoresque comme les tableaux que le vieux savant retrouve de ce temps, à la fois rude et bon, au fond de ses souvenirs :

« Je me revois très bien... marmot pensif, les mains derrière le dos,... vêtu d'une robe de bure traînant crottée sur mes talons nus ; je garde souvenance du mouchoir appendu à la ceinture avec un bout de ficelle, mouchoir souvent perdu et remplacé par le revers de la manche... »

C'était le temps des veillées patriarcales :

« Le soir, à côté de nous flambait l'énorme cheminée où, par les grands froids, se consumaient des troncs d'arbres entiers. Dans un angle de ce foyer monumental, verni par la suie, faisait saillie, à hauteur convenable, une lame d'ardoise, luminaire des veillées. On y brûlait des éclats de pin, choisis parmi les plus translucides, les mieux imprégnés de résine. Il en rayonnait dans la pièce une clarté rougeâtre, fuligineuse, qui économisait l'huile de noix du lampion à bec... L'aïeule prenait sa quenouille, au coin du feu, sur un escabeau. Nous, les petits, garçons et filles, accroupis sur les talons et tendant les mains vers la réjouissante flambée de genêts, nous faisions cercle autour d'elle, l'écoutant de toutes nos oreilles. Elle nous racontait des histoires, peu variées il est vrai, merveilleuses toutefois et bien accueillies, car le loup y intervenait souvent... Quand on avait assez parlé de l'odieuse bête, du dragon et de l'aspic, et que le luminaire à bûchettes résineuses jetait ses dernières rougeurs, on allait dormir de ce doux sommeil que donne le travail. Comme le plus jeune de la maisonnée, j'avais droit au matelas, un sac bourré de balle d'avoine. Mes camarades ne connaissaient que la paille. »

C'est aussi le temps où déjà s'éveillait dans « le marmot

pensif » le futur naturaliste que Darwin devait un jour appeler l'inimitable observateur, et les *Souvenirs entomologiques* nous retracent dans toute leur naïveté les premières expériences que son esprit inquiet lui suggérait sur le soleil, les insectes, les fleurs...

Vint cependant le moment d'aller à l'école. Mais quelle école !... La classe servait à la fois de cuisine et de chambre à coucher, car la maison ne contenait que cette pièce unique, surmontée d'un grenier auquel on arrivait par une échelle. On mangeait à l'école — beaucoup plus, du reste, qu'on y étudiait — et c'était à la condition que chaque écolier apportât le matin le tribut d'une bûche au foyer qui cuisait les pommes de terre.

La classe se faisait de la façon la plus simple : « Chacun avait, ou plutôt était censé avoir entre les mains un petit livre de deux sous, l'alphabet, imprimé sur papier gris. Cela débutait, sur la couverture, par un pigeon ou quelque chose d'approchant. Venait après une croix, suivie de la série des lettres. La page tournée, se présentait le terrible *ba*, *bé*, *bi*, *bo*, *bu*, écueil du plus grand nombre. Ce redoutable feuillet franchi, on était censé savoir lire et admis parmi les grands. » Après quoi, le maître ne s'occupait plus de ses élèves : le loisir d'ailleurs lui en manquait, car il était, en même temps que maître d'école, sonneur de cloches, chantre du lutrin, horloger de l'église, barbier, et enfin gérant d'un domaine seigneurial dont le maître absent lui laissait tout le soin. — Il en résultait que quand les élèves savaient à peu près la première page de l'alphabet, il leur restait à méditer la suite sur leur banc, à la déchiffrer à l'aide du voisin, si par hasard quelque lettre lui était connue. Mais ces méditations n'aboutissaient guère à cause des distractions : souvent la porte du fond, qui communiquait avec la basse-cour, s'ouvrait brusquement. « Aussitôt les porcelets d'accourir, à la file l'un de l'autre, attirés par le fumet des pommes de terre bouillies. Ils arrivaient trottinant, grognant, la fine queue

bouclée ; ils nous frôlaient les jambes ; de leur groin rose et frais, ils nous fouillaient le creux de la main pour y prendre un reste de croûton ; de leurs petits yeux éveillés, ils nous interrogeaient pour savoir si nous n'avions pas, dans les poches, à leur intention, quelque châtaigne sèche. La tournée finie, un peu de ci, un peu de là, ils regagnaient la basse-cour, amicalement chassés par la main du maître. Puis venait la visite de la poule, nous amenant ses poussins veloutés de duvet. Chacun s'empressait d'émietter un peu de pain aux gentils visiteurs. On rivalisait d'empressement pour les attirer à soi et caresser du bout du doigt le mol poil follet de leur dos. Non, les distractions ne nous manquaient guère ! »

De sorte qu'on n'apprenait guère qu'à lire, et quelques uns à écrire, et encore ! « Et l'histoire, la géographie ? — Nul n'entendit jamais parler de cela ! Que nous importait que la terre fût ronde ou cubique ? La difficulté de lui faire produire quelque chose n'en restait pas moins la même. — Et la grammaire ? — Le maître s'en souciait fort peu, et nous encore moins... La correction du langage écrit ou parlé devait s'apprendre par l'usage. Du reste, les scrupules sur ce point ne gênaient aucun de nous. A quoi bon tant raffiner lorsque, au sortir de l'école, on revient à son troupeau de moutons ! »

Comment se fit-il que le petit Joseph-Henri apprit là assez de *lettres* pour entrer au collège?... Le fait est qu'un beau matin, à force de volonté, il se sentit maître des difficultés : il savait lire et écrire. Ses pauvres parents, émerveillés de son génie, parvinrent à le faire admettre au collège de Rodez. Il y étudia gratuitement comme externe, grâce aux fonctions de sacristain qu'il remplissait à la chapelle.

De là, après de nouvelles épreuves, plus redoutables encore que les précédentes pour la bourse paternelle, il passa à l'école normale primaire de Vaucluse, où un généreux directeur, distinguant ses talents, lui vint en aide.

Cependant l'enseignement primaire en France, à cette époque, nourrissait à peine son personnel : le jeune homme voulut s'élever plus haut. Seul, sans maître, sans guide et sans conseil, il se mit à étudier les mathématiques supérieures et les sciences physiques. En peu de temps il conquérait la licence ès sciences mathématiques, physiques et naturelles, et l'Université l'envoyait enseigner la physique et la chimie au collège d'Ajaccio.

Depuis son enfance l'amour des bêtes et des plantes formait toute sa passion ; mais le souci, les études nécessaires au pain quotidien lui faisaient violence : par devoir, par nécessité il reléguait au dernier plan ce qui devait un jour remplir sa vie et lui acquérir la célébrité au défaut de la fortune. A Ajaccio une double rencontre providentielle détermina enfin l'orientation de ses travaux vers l'objet qu'il ne devait plus quitter. Le botaniste Requien, au cours d'un voyage d'herborisation en Corse, lia connaissance avec le jeune professeur. L'an d'après, Moquin-Tandon y vint dans le même but. Laissons raconter par M. Fabre cette visite qui décida de sa vie :

« L'illustre professeur de Toulouse venait étudier sur les lieux la flore qu'il se proposait de décrire d'après les herbiers. A son arrivée toutes les chambres de l'hôtel étant retenues, je lui offris le gîte et le vivre : lit improvisé dans une pièce donnant sur la mer ; service de murène, de turbot et d'oursins, mets vulgaire en ce pays de cocagne, mais de haut intérêt pour le naturaliste, à cause de sa nouveauté. Mon offre cordiale le tenta ; il se laissa gagner ; et nous voilà, pour une quinzaine, la course botanique aux environs terminée, devisant à table *de omni re scibili*.

» Avec Moquin-Tandon se faisaient jour en moi de nouvelles perspectives. Ce n'était plus ici le nomenclateur à mémoire infaillible, mais le naturaliste aux larges idées ; le philosophe, qui monte des petits détails aux larges aperçus ; le littérateur, le poète qui sait, sur la vérité nue, jeter le magique manteau de la parole imagée. Jamais

et de vulgarisation, qu'on voudrait voir répandus dans les écoles et les collèges (1).

Toutefois, le labeur d'enseignement, quoique fort absorbant, était moins ardu que les rudes études préparatoires, et le naturaliste put désormais consacrer un peu plus de temps à son objet d'étude favori : les mœurs des insectes. Les travaux de M. Fabre sur ce sujet, et particulièrement sur l'instinct des insectes, constituent l'œuvre capitale de sa vie. Aujourd'hui encore, bien que depuis longtemps l'heure du repos et du loisir ait sonné pour le vieux savant, cette œuvre passionnément poursuivie l'occupe tout entier. Le VIe volume des *Souvenirs entomologiques* vient à peine de paraître, que déjà le VIIe est sous presse, et que les matériaux sont réunis pour le VIIIe.

Tous ceux qui s'occupent de philosophie ou de zoologie connaissent la valeur des *Souvenirs entomologiques* : l'observation minutieuse, la plus ingénieuse expérimentation, l'épreuve et la contre-épreuve poussées jusqu'au scrupule, l'interprétation prudente et réservée des faits, en ont fait le livre fondamental de la philosophie de l'instinct. Darwin, le philosophe à l'hypothèse facile et au syllogisme par à peu près, s'en est bien rendu compte et n'a pas ménagé les éloges à son contradicteur et ami ; éloges stériles, hélas ! et pourquoi faut-il que l'illustre maître anglais, au lieu de suivre un exemple qu'il admirait, ait compromis son autorité scientifique par tant d'insouciance de l'exactitude dans les faits et de la rigueur dans le raisonnement ?

Nous ne pouvons entreprendre de résumer ici les con-

(1) Citons particulièrement l'*Histoire naturelle* à l'usage de l'enseignement moyen ; les cours élémentaires de Cosmographie et de Physique du Globe intitulés *Le Ciel* et *La Terre* ; les lectures scientifiques à l'usage de l'enseignement primaire et secondaire sur les animaux domestiques *(Les Serviteurs)*, les animaux utiles *(Les Auxiliaires)*, les animaux nuisibles (*Les Ravageurs*) ; — signalons surtout *La Bûche*, magnifique ouvrage de Botanique vulgarisée.— M. Fabre nous permettra d'exprimer le vœu de le voir un jour retravailler quelques-uns de ces livres déjà anciens, pour les remettre au courant de la science actuelle.

tributions que le VIe volume des *Souvenirs entomologiques* apporte soit à la question de l'instinct, soit à l'anatomie ou la physiologie entomologiques : tout est nouveau dans ce livre, et le résumé serait presque aussi long que le livre lui-même. — Nous nous contenterons donc de noter quelques observations qui nous semblent particulièrement intéressantes.

Signalons d'abord des observations nouvelles sur l'instinct de la paternité chez les insectes.

En général, dans le monde des bêtes, l'instinct de la paternité forme l'exception, le soin de la progéniture étant le plus souvent dévolu exclusivement à la mère. On le constate cependant assez fréquemment chez les animaux supérieurs, chez lesquels il mérite parfois réellement le nom d'amour paternel. Mais au fur et à mesure qu'on descend l'échelle zoologique, on y voit l'instinct de la paternité devenir moins fréquent. On ne le rencontre plus que de loin en loin, mais d'autant plus frappant, comme chez le crapaud accoucheur ou chez l'épinoche. Dans la classe des insectes et les autres classes inférieures il n'en est plus question, ou du moins il y est tellement rare qu'il n'avait pas encore été signalé, pensons-nous, avant les récentes découvertes de M. Fabre.

Chose étonnante, M. Fabre l'a découvert, non chez les insectes dont l'instinct est le plus élevé — les hyménoptères n'en présentent pas un seul exemple — mais chez les coléoptères. L'auteur des *Souvenirs entomologiques*, dans ses V^e et VIe séries, en signale deux cas, qu'il décrit minutieusement mais qu'il suffit ici de mentionner : chez les Bousiers (Géotrupe, Sisyphe, Copris, Onitis,..) et chez les Nécrophores. « Exploiteurs de la bouse, et exploiteurs de cadavres, vidangeurs et croque-morts ont seuls ces mœurs exemplaires. Où la vertu va-t-elle se nicher ! » s'écrie le bon savant.

M. Fabre décrit dans son dernier volume un autre instinct non moins rare que le précédent : l'instinct du

communisme, que présente la chenille de la Processionnaire du Pin. On connaissait, surtout depuis Réaumur, les curieuses habitudes de ce petit animal, mais d'une façon très incomplète. Notre entomologiste en a repris l'étude à fond, et dans les six chapitres qu'il consacre à la Processionnaire, il a écrit ce qu'on aurait appelé autrefois l'*histoire naturelle* de cette espèce. On nous permettra de signaler cette monographie comme un admirable modèle du genre aux étudiants naturalistes.

Disons en peu de mots le point capital des mœurs des chenilles processionnaires.

Pendant plusieurs mois elles vivent au nombre de deux à trois cents dans d'énormes nids soyeux qu'elles se filent aux sommets des branches d'un pin. A l'encontre de la plupart des insectes ou des larves, l'hiver est la saison de leur grande activité. Elles dorment ou font de courtes promenades presque tout le jour, mais par les nuits claires et lorsque le froid n'est pas trop intense, on les voit sortir en procession : la première, le chef de file, tâtonne son chemin au hasard et laisse derrière elle un fil de soie, que suit fidèlement la seconde ; celle-ci ajoute en avançant son propre fil au premier ; la troisième fait de même, ainsi que toutes les suivantes. De sorte qu'on retrouve après le passage du nombreux régiment une piste formée d'un petit ruban de soie blanche. Étroitement serrées l'une derrière l'autre, elles vont de rameau en rameau, quittant même l'arbre qui porte le nid pour un autre, traversant les chemins, passant par dessus les murs. La procession peut avoir jusqu'à douze mètres de long. Lorsqu'une bonne chance fait enfin arriver la tête sur quelque touffe d'aiguilles de pin, les premières s'arrêtent et se mettent à brouter, le reste les rejoint peu à peu et la procession s'éparpille. Puis le repas fini, l'une quelconque des chenilles se remet en route sur la piste soyeuse, une autre la suit immédiatement, et puis une autre, et puis une autre,... et avec la même régularité qu'en venant,

toute la communauté rangée en cordon serré regagne le logis. Ce singulier mode de voyage s'impose aux Processionnaires pour un bon motif ; c'est qu'elles sont aveugles et la piste de soie solide qu'elles tissent en marchant est leur fil d'Ariane au retour, leur seul guide pour retrouver leur nid.

Il faut que le naturaliste philosophe descende jusqu'à ce pauvre animal, vivant à l'état larvaire et si mal doué du côté des sens, pour trouver un exemple du communisme complet.

Il ne faut pas confondre toutefois le véritable communisme avec la vie en communauté, dont les exemples sont faciles à citer à tous les degrés de la série animale, depuis les villages de castors parmi les animaux supérieurs jusqu'aux ruches d'abeilles et aux fourmilières dans les classes inférieures. Le communisme proprement dit exige que tous les individus de la communauté lui rendent les mêmes services, accomplissent tous les mêmes fonctions, quitte à en recevoir les mêmes bienfaits. Il faut pour cela des circonstances fort exceptionnelles.

Trois obstacles s'opposent d'ordinaire à ce qu'une société vive en parfait communisme :

Le premier est le problème des vivres : du moment qu'il faut peiner pour trouver le pain quotidien, la lutte pour l'existence commence, et par conséquent la paix du communisme devient impossible.

En second lieu la famille s'oppose essentiellement au communisme, non seulement parce qu'elle scinde la communauté unique en un grand nombre de communautés diverses, mais parce que ses deux bases principales, l'amour fondateur de la famille, et l'amour maternel son protecteur, sont encore deux sources de lutte et de dissension.

Enfin l'inégalité des individus, loi presque universelle dans la nature, achève de faire du communisme un idéal presque irréalisable.

On peut prévoir, d'après cela, que les rares exemples de communisme ne se montreront que chez des animaux fort inférieurs, à régime extrêmement simple, dont les individus ne soient nullement différenciés, même par la dualité de sexe. C'est ainsi que tout au bas du règne animal, certains polypiers — pendant leur période agame — vivent en parfaits communistes. Les chenilles processionnaires sont dans le même cas.

D'abord, chez elles, le problème des vivres est supprimé. Une aiguille de pin, moins encore, suffit au repas d'une chenille, et cette denrée est ici toujours sous la dent en quantité inépuisable.

La famille n'existe pas chez les Processionnaires, puisque les chenilles sont asexuées ; l'Amour, dieu d'humeur batailleuse, ne leur dicte pas encore ses lois jalouses ; on n'y voit pas davantage les partialités qu'engendre l'amour maternel.

Et quant au troisième obstacle qui s'oppose au communisme, l'inégalité des individus, les tranquilles Processionnaires l'ignorent encore. Ici tous les individus sont identiques, tous remplissent les mêmes fonctions : les faits en témoignent de façon péremptoire. Chaque chenille travaille de la même façon que toutes ses sœurs à construire le nid : ce travail consiste simplement à déposer du fil de soie dans les allées et venues que chacune fait en se promenant au hasard sur l'emplacement choisi. Dans les processions elles-mêmes, nulle supériorité : il y a bien un chef de file, mais le hasard seul le désigne ; la chenille qui, d'aventure, se trouve en avant des autres les dirige sans contestation de la part des suivantes, comme sans recherche personnelle de cet honneur. C'est ainsi que, la procession vient-elle à être coupée, la première chenille qui se trouve derrière la coupure devient aussitôt le guide du tronçon séparé.

« Ce que l'une fait, les autres le font d'un zèle pareil, ni mieux ni moins bien. Superbe monde d'égalité, vrai-

ment, ajoute M. Fabre, mais, hélas ! monde de chenilles ! S'il nous convenait de prendre leçon chez elle, la Processionnaire du Pin nous montrerait l'inanité de nos théories égalitaires et communistes. Égalité, magnifique étiquette politique, mais guère plus ! Parmi les hommes, où est-elle cette égalité ?... Si les rêves égalitaires pouvaient se réaliser, nous descendrions à la monotonie des sociétés de chenilles ; art, science, progrès, hautes envolées, sommeilleraient indéfiniment dans le calme plat du médiocre. D'ailleurs ce nivellement général effectué, nous serions encore fort loin du communisme. Pour y parvenir, il faudrait supprimer la famille, ainsi que nous l'enseignent les chenilles et Platon ; il faudrait pâtée abondante, obtenue sans effort aucun. Tant qu'une bouchée de pain sera acquisition difficultueuse, exigeant une industrie, un travail dont nous ne sommes pas tous également capables; tant que la famille sera le mobile sacré de notre prévoyance, la généreuse théorie de tous pour chacun et de chacun pour tous est absolument impraticable. Ainsi nous parle par son exemple la Processionnaire du Pin. »

L'humble chenille, interrogée par son habile examinateur, nous donne d'autres enseignements encore, et notamment elle vient apporter sa contribution à la connaissance que nous avons de l'instinct.

L'un des caractères de l'instinct est d'être tellement spécifique — propre à l'espèce animale qui en est doué — qu'il est invariable d'individu à individu dans la même espèce, à condition bien entendu que les conditions soient les mêmes pour les individus considérés. L'instinct est indépendant de l'individu ; il est *impersonnel*, si l'on peut parler ainsi des bêtes : c'est bien là, en effet, ce que proclame l'histoire des Processionnaires. Ici, où tous les individus se trouvent dans les mêmes conditions de sexe, de forces, d'aptitudes, tous présentent identiquement le même instinct : chaque chenille conduira au pâturage ses

deux ou trois cents compagnes avec le même talent que n'importe laquelle d'entre elles.

Les nids eux-mêmes ont quelque chose d'*impersonnel;* chacun est la propriété de l'espèce entière : il arrive parfois qu'une procession, à son retour — soit accident naturel, soit intervention de l'expérimentateur — tombe sur la piste d'une procession d'un autre nid; cette piste étrangère est aussi bonne qu'une autre, elle sera suivie, et bientôt cet autre nid verra sa population doublée par l'intrusion d'une colonie inconnue. Mais dans ce cas, les nouvelles venues sont aussitôt les sœurs des anciennes propriétaires : aucun émoi dans le nid, et, puisqu'ici nul obstacle ne s'oppose au communisme, la communauté doublée continuera de vivre avec la même régularité qu'auparavant. Seulement le nombre des tisseuses étant doublé, on verra le logis doubler ses toiles protectrices.

Un autre caractère de l'instinct, bien plus frappant et plus important par sa portée philosophique, est la stupidité individuelle invincible qui l'accompagne toujours — preuve manifeste que l'instinct ne vient pas de l'animal, mais lui a été imposé, à lui aveugle et imbécile, par une intelligence supérieure, comme un guide habituellement sûr, et auquel il lui est interdit de désobéir.

Ce caractère essentiel de l'instinct ressort de l'œuvre entière de M. Fabre, et n'eût-il fait que démontrer ce seul point, M. Fabre n'aurait point à regretter l'immense labeur qu'il a condensé dans ses six volumes de *Souvenirs*.

Nous citerons un exemple absolument extraordinaire de cette stupidité de l'animal opposée à l'intelligence « extrinsèque » de l'instinct, tel que M. Fabre l'a rencontré chez cette merveilleuse Processionnaire du Pin.

Nous savons que les chenilles en procession suivent instinctivement la piste de soie commune. Seul le chef de file cherche son chemin, ou plutôt l'établit au hasard du tâtonnement jusqu'à ce qu'il ait rencontré tantôt un pâtu-

rage favorable, tantôt la piste elle-même qui doit guider la tribu au retour. Cette piste une fois rencontrée, quelle qu'elle soit, fût-elle celle d'une autre tribu, le chef de file la suivra.

M. Fabre, dans sa malice de savant, dresse le piège le plus insidieux à une pauvre procession, pour l'attirer dans un cercle d'aventures, telles que jamais, sans doute, la race des Processionnaires n'en a connu de pareilles. Il s'agit de couper la piste entre le nid abandonné et la procession qui vient de le quitter, puis de remettre le chef de file sur le tronçon de piste séparé du nid : s'il est vrai que l'instinct est aveugle et la bête stupide, la procession tout entière devra suivre dès lors une piste fermée qui la fera tourner dans un cercle vicieux. Telle est la prévision du philosophe ; que va répondre l'expérience ?

Dans la terre où M. Fabre élevait des Processionnaires pour ses études, se trouvait, à proximité d'un nid un grand pot à fleurs contenant un palmier, et dont le rebord supérieur avait environ un mètre et demi de circonférence. Assez souvent, des processions errant à l'aventure, et trouvant sur le rebord circulaire un chemin horizontal facile et doux, en faisaient le tour, puis, n'ayant trouvé là-haut nulle provende, redescendaient par la piste de montée pour chercher ailleurs.

Un jour, donc, le naturaliste surprend une procession qui grimpait au vase. Le chef de file atteint le rebord, l'escalade, le suit ; les autres suivent de confiance.

Le chef de file finit par faire le tour complet du vase, et se retrouve au point où il a abordé. Comme la procession est longue, le rebord entier du vase est en ce moment garni de chenilles, qui forment un cercle fermé, tandis que sur la paroi verticale de nouvelles arrivantes, appartenant à la suite du cortège, montent toujours et tendent à s'introduire dans le cercle. C'est l'instant où M. Fabre intervient : d'un coup de pinceau il balaye le surplus des

ascensionnistes de façon à isoler les promeneuses qui sont sur le rebord. Il efface soigneusement tous les sentiers de soie récents ou anciens qui peuvent mettre la corniche en communication avec le sol... Ces préparatifs terminés, un curieux spectacle attend l'observateur.

« Dans la procession circulaire non interrompue, il n'y a plus de chef de file. Chaque chenille est précédée d'une autre, qu'elle suit, qu'elle talonne exactement, guidée par la trace de soie, ouvrage de l'ensemble ; elle est suivie d'une compagne qui la serre de près avec la même précision.... La série sans tête n'a plus de liberté, plus de volonté ; elle est devenue rouage. »

Cette promenade insensée dure des heures et des heures,... puis des jours !... Et cela malgré le froid intense de certaines nuits qui sollicite le retour au nid ; malgré la faim d'un long jeûne, alors que des touffes de pins sont à côté, mais invisibles à ces pauvres aveugles ; malgré la fatigue d'une marche exagérée. Parfois quelques chenilles, épuisées, n'en pouvant plus, s'arrêtent ; la chaîne se rompt, les voyageuses s'amoncellent et dorment quelques moments les unes sur les autres, en groupes séparés. Mais bientôt la marche stupide reprend son cours, les segments de la procession se réunissent et le cercle se trouve refait.

Dans un de ces accidents, quelques chenilles ayant formé un peloton, il arrive que l'une d'elles au réveil se trouve hors de la piste, du côté intérieur du cercle : elle se met en marche au hasard, et six de ses compagnes contiguës, croyant à un départ général, la suivent, tandis que les plus proches du cordon principal restent fidèles à la grande troupe. Voilà une expédition qui s'en va chercher fortune jusqu'au palmier. Pendant ce temps, les autres groupes, restés sur le rebord, s'ébranlent et se remettent à marcher sur la piste commune, qu'elles transforment de nouveau en un cercle fermé. Mais les sept aventurières, ne trouvant rien à brouter sur le palmier,

qu'elles escaladent jusqu'au sommet, redescendent, toujours à l'aveuglette, et finissent naturellement, pour leur malheur, par retrouver la procession circulaire : sans s'inquiéter autrement, elles s'y intercalent, et la promenade ensorcelée les retient. — De temps en temps des accidents analogues se répètent, tantôt en dedans, tantôt en dehors du cercle, mais toujours les expéditions partielles finissent par se raccrocher à la procession primitive.

Cependant des alternatives de chaleur et de grands froids, des épuisements dus à la fatigue ou à la faim, désorganisent de plus en plus la procession. Chaque rupture est une occasion de faux pas pour les chenilles qui se trouvent à leur réveil transformées en chefs de file, et c'est à ces circonstances anormales que la colonie égarée doit son salut. « Pour tirer d'affaire le train en détresse, comme le dit M. Fabre, il lui faut, à l'inverse des nôtres, un déraillement. » A la fin des fins, un sentier d'échappement se forme à l'extérieur du cercle, et par une chance favorable, les mille tâtonnements du chef de file l'éloignent de plus en plus ; quelques détachements suivent ce sentier, et la misérable tribu finit par retrouver un gite et un pâturage.

Cette stupide aventure a duré sept jours et sept nuits. Pendant une semaine, ces imbéciles ont tourné sur elles-mêmes, en attendant toujours leur maison au bout du chemin. La procession avait fait environ trois cent cinquante fois le tour du pot à fleurs, soit quelque chose comme un demi-kilomètre...

Non, mais, franchement ! Darwin a beau dire, et ses admirateurs — qui admirent aussi l'esprit des bêtes — ont beau dire aussi, qu'ils s'appellent Lubbock, Quatrefage, Blanchard ou Pouchet,... non, il faut avouer que les bêtes sont bêtes !

Je voudrais m'arrêter encore à étudier quelques expériences très instructives de M. Fabre sur l'instinct des

sectes ; mais le temps et l'espace me manquent, car j'ai ıcore à relever dans le livre de notre auteur des obser-ıtions d'un autre ordre.

Je signalerai cependant encore, avant de quitter cet ›jet, l'étude sur les Nécrophores. Elle est d'autant plus téressante, que, dans tous les livres d'entomologie, on ›it encore traîner les fameuses anecdotes du Nécrophore, ıi, dans l'embarras, va chercher des camarades de ren-ırt pour l'aider à transporter et à enfouir sa proie ; ou ıi, devant un crapaud suspendu à un bâton, creuse au ied du bâton pour le faire tomber. Le célèbre entomolo-iste Lacordaire, répétant ces on-dit, n'a pas craint de 's couvrir de l'autorité de son nom (1). Par ses expé-ıences d'une extrême précision, M. Fabre a réduit à éant ces historiettes controuvées, comme il avait précé-emment convaincu de pure invention l'histoire non moins épandue du scarabée pondant ses œufs dans une boule u'il fait ensuite voiturer par des confrères obligeants.

Mais il est temps de passer à un autre ordre d'idées. 'e n'est pas seulement aux philosophes que s'adresse le vre de M. Fabre, mais aussi, je l'ai dit, aux zoologistes ›s plus strictement dévoués à l'anatomie et à la physio-›gie.

Le VIe volume des *Souvenirs entomologiques* renferme ce point de vue un bon nombre de données nouvelles ›rt intéressantes. — Citons le chapitre VI consacré à

(1) C'est, du reste, souvent ainsi que procède certaine philosophie expéri-ıentale. Darwin, dans la *Descendance de l'homme*, écrit par exemple ces xiomes stupéfiants pour un naturaliste sérieux : « Il est démontré qu'il 'existe réellement aucune raison inverse entre l'instinct et l'intelligence ; – les insectes qui possèdent les instincts les plus remarquables sont cer-ıinement les plus intelligents » (trad. Barbier, p. 69). — Nous avons démontré » dans une étude sur l'instinct (REVUE GÉNÉRALE de Bruxelles, 891) que l'unique fondement sur lequel Darwin base ces allégations — à avoir un article de G. Pouchet dans la REVUE DES DEUX-MONDES (1870) — tait un simple ramassis d'anecdotes controuvées recueillies sans la moindre ritique. Darwin était, du reste, extrêmement enclin à croire tout ce qui avorisait ses idées et à confirmer du poids de sa parole et sans examen les ıffirmations hasardées des auteurs qui lui plaisaient.

oir une chose émouvante : la dernière mue d'un criquet, extraction de l'adulte de sa gaine larvaire. C'est magnique... » Et ce long chapitre est effectivement plein de étails inconnus et merveilleux.

Toutefois, de tous les sujets d'anatomie ou de physiogie traités dans le VIe volume des *Souvenirs*, les deux lus importants sont de loin ceux que je vais signaler en nissant cette longue analyse.

D'abord la découverte de la reproduction des Acriiens.

La reproduction dans l'ordre des orthoptères en général tait jusqu'ici mal connue. Chez les Acridiens en particuier, c'était un mystère — comme l'était encore naguère, lans un domaine zoologique analogue et pas bien éloigné, e problème de la reproduction des anguilles. A force de atientes recherches, M. Fabre a pu suivre toute la reproluction chez plusieurs Acridiens, et il a découvert là n des cas les plus rares de la zoologie : les Acridiens se eproduisent au moyen de spermatophores très singuliers. On connaissait l'existence de spermatophores chez les éphalopodes ; on connaissait le rôle exceptionnel des palpes maxillaires chez les arachnides dans la fécondaion. Les spermatophores étaient même connus chez plusieurs insectes ; et M. Fabre lui-même avait débuté lans le monde savant en découvrant et en décrivant dans sa hèse doctorale des spermatophores chez des myriapodes. Mais ceux des Acridiens, véritablement monstrueux, n'avaient jamais été décrits. Nous laisserons cependant cette description de côté ainsi que les observations anatoniques et physiologiques fort inattendues que M. Fabre a faites à leur sujet : outre que nous avons déjà dépassé les limites ordinaires d'un article simplement analytique, ce sujet très spécial n'intéresserait ici qu'un petit nombre de lecteurs qui jugeraient quand même indispensable d'en lire le développement complet dans sa forme originale.

Le dernier chapitre du VIe volume des *Souvenirs* touche

ar quelque chercheur, car elle en vaut la peine. Qui sait, omme l'insinue M. Fabre lui-même, si la nouvelle subance ne rendra pas un jour à la thérapeutique des serices plus grands que la cantharide ? Bien plus commune n effet, elle produit une vésication plus violente, et eut-être d'une autre nature que celle de la cantharide. l s'agira d'étudier ces redoutables accidents, auxquels le ourageux savant de Sérignan n'a pas craint de s'exposer plusieurs reprises, et de rechercher les meilleures onditions d'extraction et d'application du médicament. Déjà M. Fabre a réussi à traiter les excréments de façon en extraire toute la substance vésicante, et à concentrer a virulence de celle-ci.

M. Lefebvre.

VARIÉTÉS

LE CONGRÈS INTERNATIONAL DE PHYSIQUE

RÉUNI A PARIS DU 6 AU 12 AOÛT 1900

Le Congrès international de Physique a obtenu un magnifique succès. Au Comité organisateur et, tout spécialement, à ses président et secrétaires, MM. Cornu, Ch. Ed. Guillaume et L. Poincaré, reviennent les plus chaleureuses félicitations (1).

S'inspirant d'une pensée nouvelle et extrêmement heureuse, ces Messieurs estimèrent que le programme du Congrès ne devait pas comprendre exclusivement ni en lieu principal, d'une part, la discussion approfondie et définitive de questions encore ouvertes, tel le choix des unités non encore arrêtées; d'autre part, l'exposé détaillé des derniers résultats obtenus sur les confins de la science.

A de tels travaux les Académies, les Sociétés savantes, les Revues sont ouvertes en permanence. Ils supposent d'ailleurs chez les auditeurs un entraînement très spécial et assez rare, même parmi les physiciens. Le programme, souverainement intéressant pour ces privilégiés, reste trop en dehors de la portée immédiate du grand nombre. Le Congrès, dans ces conditions, se morcelle en une multitude de cercles privés, pour ainsi dire, entourés d'une crainte révérentielle qui tient trop à distance.

Aucune exclusion, cela s'entend, ne fut prononcée contre les communications spécialisées. La question des unités fut inscrite

(1) Ch. Ed. Guillaume et Lucien Poincaré, *Le prochain Congrès international de Physique (du 6 au 12 août 1900)*. REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES, 11e année, 3 mai 1900, pp. 669-679.

u programme; mais elle ne devait faire l'objet que d'un seul apport, confié à la haute compétence de M. Ch. Ed. Guillaume. es propositions émises par le rapporteur devaient être renoyées à une commission.

Résolument, le Comité organisateur se mit alors en face des égions immenses que cultive la physique; et les ayant divisées n grandes provinces et même en départements, elle demanda ux savants compétents une monographie complète et critique e la richesse exploitée ou actuellement exploitable des plus mportantes circonscriptions.

Ce plan large et hardi respirait une flatteuse confiance dans e dévouement mutuel et la sympathie parfaite qui règnent au ein du monde des physiciens. L'espoir ne fut pas déçu.

Soixante-dix-neuf savants, parmi les maîtres de la science, épondirent à l'appel du Comité et lui envoyèrent des rapports, ouvent de vrais chefs-d'œuvre d'exposition et de critique. Un rand nombre de manuscrits purent être imprimés avant l'ouverure même du Congrès. Il fut ainsi possible de distribuer l'avance aux membres que telle question intéressait plus particulièrement, un exemplaire tiré à part des divers mémoires, en ue des discussions.

L'ensemble de ces mémoires, qui formera trois volumes n-18, constituera un superbe monument élevé à la gloire de la cience du siècle qui s'éteint.

La Revue donnera, dans ses prochaines livraisons, une anayse de ces importants travaux. Nous devons nous contenter de racer ici un aperçu général de la marche des opérations du Congrès en nous attachant spécialement aux séances générales, conférences, visites aux laboratoires et à l'Exposition.

La *séance d'ouverture* eut lieu le lundi 6 août, à trois heures de l'après-midi, au Palais des Congrès. Au fond d'une vaste salle, sur une estrade, prennent place, au bureau, les membres du Comité d'organisation et, derrière eux, les délégués des gouvernements et des institutions scientifiques représentés au Congrès. Une assistance nombreuse, où se mêlent les types nationaux les plus divers, se presse dans la salle.

M. Cornu, président, se lève. Après les souhaits de bienvenue et les remerciements à ses collègues dans les travaux préliminaires, il déclare assuré d'ores et déjà le succès de la réunion. Succès, dans le large courant de sympathie qu'il a rencontré partout : plus de mille adhésions ont été recueillies. Succès, grâce surtout à ce corps imposant de mémoires écrits sur

chaque sujet, par les maîtres les plus autorisés, œuvres à la fois concises et profondes " en lesquelles, comme parle Descartes, ils ne nous découvrent que les meilleures de leurs pensées „.

Si M. Cornu a cité Descartes, ce n'est point par une vaine réminiscence littéraire. La Physique moderne est tout imprégnée de la conception cartésienne : " Il n'y a dans le monde physique que de la matière et du mouvement. „ Tous ses efforts tendent à la solution du problème de l'unité des forces physiques, proclamée par le philosophe-géomètre, et nous voyons les maîtres d'aujourd'hui aller chercher des éléments de cette solution jusque dans l'hypothèse des tourbillons, si bafouée au siècle dernier (1).

Après ces brèves considérations, rapide esquisse du rôle inspirateur joué par le génie français dans la Physique moderne. M. le président expose le programme du Congrès et résigne ses pouvoirs.

Mais à l'instant, M. Warburg, le sympathique professeur de l'Université de Berlin, président de l'Assemblée des délégués, propose au Congrès de conserver, comme président effectif, le savant dont la sagesse et le dévouement lui ont été si utiles dans sa période d'organisation. Des applaudissements unanimes ratifient cette proposition.

Le nom de Lord Kelvin, mis en avant par M. Cornu pour la présidence d'honneur, est salué par des acclamations enthousiastes. Le vénérable physicien, dont l'incomparable génie jette un si vif éclat sur la science anglaise, rencontrera souvent, au sein du Congrès, l'ovation chaleureuse qui lui est faite à sa première apparition. Tous, dès les bancs du collège, n'ont-ils pas appris à admirer en lui " une pénétration incomparable dans l'étude des phénomènes naturels „, l'union intime, à un degré extraordinaire, de deux dispositions d'esprit si différentes qu'elles paraissent le plus souvent s'exclure : l'esprit mathématique et l'esprit expérimental, le géomètre éminent qui se meut à l'aise dans les abstractions de la plus haute analyse et l'expérimentateur habile, toujours prêt à mettre en lumière par une expérience décisive les phénomènes les plus délicats ? Personne qui ne connaisse le *Thomson Quadrant-Electrometer*. Personne qui n'ait entendu raconter les échecs désastreux des premiers essais de télégraphie sous-marine, l'énergique interven-

(1) A. Cornu, *Discours d'ouverture du Congrès international de Physique*. Ibid., 15 août 1900, pp. 919-920.

ion du jeune professeur de Glascow et ses succès. Les câbles se ompent. William Thomson les renforce. La transmission et la éception des signaux sont détestables. Avec le galvanomètre et e *siphon-recorder* de l'ingénieux électricien, elles deviennent xcellentes. La marine remplace ses boussoles par les compas 'homson ; elle accueille ses appareils de sondage. Que rappeler ncore ?...

Bref, en Lord Kelvin, les maîtres de la Physique, les chercheurs le toute carrière, les plus modestes amis de la science, tous aluent à l'envi mieux que le génie couronné par un demi-siècle le découvertes : un des plus grands bienfaiteurs de l'humanité (1).

A son tour, l'illustre physicien d'Outre-Manche, avec une nodestie et une courtoisie charmantes, se déclare hautement edevable aux œuvres et aux leçons des savants français : Carnot, Fizeau, Dumas, Fourrier surtout et Regnault. Il vante es qualités du génie de ses voisins : sa logique et sa claire phiosophie.

Après l'ovation faite au président d'honneur, M. Cornu soumet à l'assemblée les noms des membres destinés à former les bureaux des sept sections. Nous remarquons avec plaisir, au nombre des présidents et vice-présidents, nos deux éminents confrères, MM. Amagat et Van der Mensbrugghe.

Les jours suivants, la matinée fut attribuée aux travaux des diverses sections dans les locaux de la Société française de Physique, rue de Rennes.

Entrer ici dans de grands détails sur ces réunions serait anticiper, sans grand profit, sur les analyses détaillées des mémoires. Mais il est impossible de ne pas signaler, parmi ceux qu'il nous a été donné d'entendre, les admirables travaux de MM. Amagat, Matthias, Spring, Van der Mensbrugghe, Mesnager, Abraham, Macé de Lépinay, Pérot... Nous en passons, et des meilleurs.

MM. Amagat et Matthias s'occupent, le premier, de la *Statique des fluides (non mélangés)*, le second, des *Méthodes de détermination des constantes critiques*. Tous deux insistent sur la nécessité absolue de ne travailler que sur des corps d'une pureté presque idéale, sous peine de voir les résultats grossièrement faussés.

M. Van der Mensbrugghe s'emploie surtout à défendre, avec

(1) L. Olivier, Mascart, Cornu : toasts prononcés au banquet offert à Lord Kelvin à la XVIIIe réunion de la *Conférence Scientia*. REVUE SCIENTIFIQUE, 25 août 1900, pp. 240, 241. On se rappelle que Lord Kelvin, avant son élévation à la pairie, s'appelait Sir William Thomson.

une ardeur toute juvénile, les idées dont il s'est fait le champion infatigable, sur la nécessité de tenir compte des effets d'*élasticité dans la théorie des liquides* réputés *incompressibles* (1).

Les échantillons que M. Spring présentait au Congrès comme résultats de ses expériences sur la *diffusion de la matière solide*, attirèrent vivement l'attention des membres de la section.

Dans des cylindres métalliques, on a taillé, au tour de précision, des sections droites. Ces surfaces planes sont placées l'une sur l'autre, *en dehors de toute compression*. Pour hâter l'opération, les cylindres sont portés dans des étuves chauffées, mais la température est toujours maintenue beaucoup au-dessous du point de fusion des métaux considérés.

Or, résultat surprenant, si l'on applique, dans ces conditions, cuivre sur cuivre, par exemple, à une température inférieure de 800 degrés au point de fusion, les pièces se soudent en une même masse, à tel point qu'après régularisation de la surface latérale du cylindre, le *joint* n'est même plus visible.

Zinc sur cuivre forme une couche de laiton. Étain sur plomb donne la soudure des plombiers.

Il faut bien conclure que les corps solides jouissent de la propriété de se diffuser l'un dans l'autre, et cette diffusion joue un rôle capital dans le phénomène de la *soudure*.

Au cours de son exposé, M. Spring rappela une expérience intéressante de M. Warburg prouvant la *migration d'atomes de métaux à travers le verre*. Un tube à essai en verre mince (verre à base de soude) chargé d'amalgame de mercure est plongé dans du mercure pur. L'amalgame est relié au pôle positif d'une batterie, le mercure pur au négatif. On ferme le circuit. L'amalgame intérieur perd une quantité de sodium correspondant exactement à la loi de l'électrolyse, et cette même quantité se retrouve dans le mercure extérieur. Le tube à essai conserve sa transparence primitive.

L'expérience prouve, à l'évidence, que des atomes de sodium ont cheminé dans l'épaisseur de la paroi solide de l'éprouvette. La thèse de M. Spring est donc parfaitement établie.

Mais on peut n'être pas fixé sur le détail du mécanisme de la migration. Deux (ou trois) interprétations se présentent. Les éléments sodiques trouvés dans le mercure extérieur primitivement

(1) Notre savant confrère a exposé les principes de sa théorie dans des articles publiés ici même et dans de nombreuses communications insérées aux ANNALES de la Société.

ur sont-ils ceux de l'amalgame intérieur, qui, sous l'influence lu courant, se seraient purement et simplement glissés entre les nailles du réseau moléculaire de la paroi de verre, ou bien l'ont-ils pas plutôt poussé devant eux les éléments sodiques ntrant dans la constitution de ce verre, pour se substituer à ux ; ne les ont-ils pas suivis, du moins, pour les remplacer ?

Telle que nous l'avons rapportée, l'expérience ne tranche pas a question.

M. Warburg profita de l'occasion que lui offrait M. Spring pour ous signaler une modification de son expérience après laquelle ucun doute ne peut subsister sur la vraie solution.

La paroi solide " électrolysée „ est toujours une lame de verre a base de sodium. On la saisit entre deux godets parallélipipédiques de fer, dont la paroi en contact avec la lame est percée l'une fenêtre. Comme dans l'expérience précédente, on verse lans le godet cathode du mercure pur, mais on charge le godet node d'amalgame de *lithium* au lieu d'amalgame de sodium. On ait passer le courant (1). Après l'opération, on trouve que la aroi de verre a perdu sa transparence du côté anode. Une certaine épaisseur du verre à base de soude a été transformée en verre à base de lithium, lequel est blanc et opaque. Si on rise la lame, on reconnaît nettement l'épaisseur de la couche ransformée.

Les atomes du métal de l'amalgame employé ne passent donc as à travers les pores du verre, ils viennent simplement remlacer les éléments alcalins qui émigrent. Et même, ils les suivent plutôt qu'ils ne les chassent. Car, si l'on fait l' " électrolyse „ lu verre entre deux électrodes de mercure pur, les atomes sodiques s'ébranlent en bloc vers la cathode abandonnant derrière eux la silice. Seulement celle-ci étant isolante, le mouvement s'arrête dès qu'à l'arrière une pellicule très mince se trouve privée des éléments métalliques qui lui communiquaient une certaine conductibilité.

Le mardi après-midi, le Congrès se réunit en séance générale pour entendre la conférence de M. Henri Poincaré *Sur les rapports entre la Physique expérimentale et la Physique mathématique*. Sous une forme pittoresque et spirituelle, teintée d'ironie et de scepticisme, le savant mathématicien coordonne

(1) Le tout est porté à une température d'environ 250°. M. Warburg emploie un voltage très élevé ; 1200 V : il passe quelques milliampères.

ıible effluve sans étincelle. Dans ces conditions, approchait-on le ıdium de *b*, immédiatement, de *a* en *b* éclatait une décharge ourrie; entre *a* et *c*, rien n'était changé. Et, inversement, l'interalle *ab* restait indemne, tandis que *ac* était sillonné d'étinelles, dès que le radium était transporté en *c*.

Avec les substances radioactives nouvelles, l'étude des rayons e Becquerel a fait de remarquables progrès. Mais sur la question de l'origine de ces rayonnements plane un mystère toujours ussi profond. *D'où leur vient leur énergie ?*

Sont-ils excités par des rayons infra-rouges, ou par une espèce le rayons X traversant tout l'espace ? — Peut-être, mais la ıreuve ?...

Aimera-t-on mieux mettre au sein même de la matière radique la réserve d'énergie nécessaire aux phénomènes qui la :aractérisent ? Tout corps radioactif serait alors animé d'un nouvement intérieur violent, comme en train de se disloquer et ;mettrait dans l'espace des particules chargées d'électricité ıégative. Ce bombardement représenterait la partie du rayonnenent de Becquerel qui est déviable par un champ magnétique; a partie non déviable serait une émission secondaire, attribuable à une transformation du rayonnement déviable. De même les rayons X non déviables seraient une transformation du rayonnement cathodique sensible au champ magnétique. Et pour expliquer l'invariabilité du poids malgré cette constante perte de matière, il suffirait de pousser plus à fond l'assimilation des rayons uraniques aux rayons cathodiques. D'après les mesures et les calculs de J. J. Thomson, le projectile cathodique aurait une masse mille fois plus faible que l'atome d'hydrogène. Avec de pareilles dimensions pour le projectile radique, le rayonnement pourrait se prolonger pendant des millions d'années avant que le corps eût perdu un équivalent en milligrammes de son poids. C'est, pratiquement, l'invariabilité. Seulement, nous avons été amenés à désagréger les atomes de la chimie en sous-atomes bien plus petits qui seraient rayonnés dans l'espace. N'est-ce pas une trop grande audace que de s'attaquer ainsi au dogme de l'indivisibilité de l'atome ?

On ne sait à quoi s'arrêter.

Le jeudi vit le Congrès réuni dans le grand amphithéâtre de l'École polytechnique. Autour du tableau noir, une décoration typique : des x en quinconce. — M. Cornu doit nous entretenir des **méthodes de détermination de la vitesse de la lumière.**

Du reste, quelles énormes difficultés, observe l'orateur, n'ont as dû rencontrer M. Michelson et surtout M. Newcomb dans 'ajustement de leurs miroirs aux distances considérables qu'ils nt eu la hardiesse de choisir ? Est-ce bien sur de la lumière *égulièrement* réfléchie qu'ils ont opéré ? A Nice, la mire de a lunette méridienne est parfaitement éclairée *par diffraction* u moyen des deux collimateurs placés en dehors de l'axe de la unette. Il ne revenait peut-être aux miroirs tournants des physiiens américains que des rayons diffractés. Et alors ?...

La diffraction est bien à craindre aussi dans le dispositif ıdopté par MM. Young et Forbes.

A cette occasion l'éminent savant, qui ne dédaigne pas de se nontrer ingénieux vulgarisateur, nous fit voir une démonstraion élégante du phénomène de la diffraction. Une lentille conergente *l* forme en un point de l'espace l'image réelle d'une ouverture circulaire vivement éclairée (1). En ce point, nous pourrons tout à l'heure disposer un petit écran opaque *e* qui arrêtera la lumière concentrée par la lentille. Il est enlevé pour e moment. Dans le faisceau convergent, assez près de la lenille *l*, fixons une épingle. Sur un écran de projection placé à bonne distance, au moyen d'une lentille achromatique amenée un peu au delà de la place réservée à l'écran opaque *e*, formons en noir l'image renversée de l'épingle. Interceptons maintenant au moyen de l'écran opaque *e* le faisceau qui converge au delà de la première lentille *l*. Il semble que toute la lumière doive être supprimée. Mais non. Sur l'écran de projection apparaît toujours l'image renversée de l'épingle, entourée cette fois d'un liseré lumineux. Ce filet brillant, c'est de la lumière diffractée par les bords de l'épingle. On peut modifier l'expérience en remplaçant l'épingle par un écran rond, carré, triangulaire. Ces formes se montrent sur l'écran bordées de lumière. Une petite feuille dessine gracieusement ses contours et ses nervures. Une pincée de poudre de lycopode qui tombe à la place de l'épingle fait apparaître des lueurs parsemées de paillettes brillantes : on dirait des vagues de feu et les flammèches d'un immense incendie aperçu dans le lointain.

L'après-midi du vendredi ainsi que la soirée étaient, d'après le programme, réservées à la **Visite de l'Exposition.** Il faut bien

(1) Le lecteur est prié de faire le schéma, peu compliqué d'ailleurs, de cette expérience.

reconnaître que cette partie manquait d'organisation. Pas de groupement des congressistes, pas d'itinéraire ni de lieu de rendez-vous ; l'anarchie, la débandade ; somme toute, gaspillage d'un temps que l'on aurait pu employer si utilement. Que de pièces admirables, que de documents instructifs qui échappent au visiteur dans ces errements à l'aventure ! Que d'autres découverts trop tard pour pouvoir encore leur consacrer le temps qu'ils méritent ! Autant le reste du Congrès a causé de plaisir, autant le désarroi de cette demi-journée laisse place à de sincères regrets.

M. le Prince Roland Bonaparte, membre de la Commission d'organisation, reçut le samedi soir, en son hôtel de l'Avenue d'Iéna, les membres du Congrès de Physique et du Congrès de Mathématiques. Cette **réception** empreinte d'affabilité et de noble simplicité se fit dans les magnifiques salons et la vaste bibliothèque de ce généreux ami des sciences. Cette bibliothèque consacrée presque exclusivement à la Géographie et à l'Ethnographie, objets de prédilection des études du Prince, est riche de 80 000 volumes. Elle occupe trois grandes et hautes salles disposées en fer à cheval. En divers points de ces locaux spacieux étaient distribués de nombreux appareils nouveaux. Plusieurs d'entre eux étaient précisément ceux qui avaient attiré notre attention au cours de notre visite à l'Exposition. Nous réunirons ici, en un seul tout, l'ensemble des notes prises de part et d'autre.

Dès l'entrée dans la bibliothèque du Prince, l'attention était vivement attirée par les formidables décharges d'un *grand appareil à haute fréquence*, exposé par la maison *Gaiffe*. Constitué d'abord par un fort transformateur Labour branché sur le courant alternatif du secteur du Trocadéro, l'appareil est, naturellement, dépourvu d'interrupteur. Le courant induit de ce transformateur est employé à charger des condensateurs dont l'étincelle de décharge demande à être soufflée afin d'obtenir une fréquence très élevée. Les procédés habituels de soufflage sont connus : jet d'air forcé, ou champ magnétique. Gaiffe a imaginé une disposition nouvelle du soufflage par l'air, qui ne manque pas d'élégance. Les deux extrémités des conducteurs reliées aux condensateurs sont montées sur un même axe, en matière isolante, mis en rotation par un petit moteur électrique. L'étincelle est donc entraînée dans l'air ; ce mouvement suffit pour la couper. On règle à volonté la vitesse de rotation et la distance explosive

ndant la marche. La décharge de haute fréquence très nourrie ut atteindre une longueur de 40 à 50 centimètres.

Nous remarquons plus loin la très intéressante collection des verses formes de *tubes à rayons X* imaginés par M. Villard l cours de ses remarquables recherches sur les rayons catho- ques : depuis ses ampoules à électrodes de platine ou de lladium, jusqu'à l'*osmo-régulateur*. Ces tubes sont construits ar M. Chabaud en qui M. Villard a trouvé un collaborateur abile autant que dévoué. L'ampoule, à anticathode refroidie par eau, et de résistance instantanément réglable par endosmose u exosmose d'hydrogène à travers un appendice tubulaire de latine porté à l'incandescence, est, sans aucun doute, le dernier iot du progrès en fait de tubes producteurs de rayons X. 'est une ingénieuse application de la découverte capitale de 'illard : l'hydrogène seul constitue la matière radiante ou les ayons cathodiques. Nous aurons à revenir sur ce sujet intéres- ant. — Signalons en deux mots un fait connexe : le quartz à la empérature de 1000° est, comme le platine, perméable à hydrogène (Villard).

La maison *Radiguet* s'est attachée à l'étude et à la mise au oint des *méthodes endodiascopiques de Bouchacourt*. La radio- copie et la radiographie auraient réalisé un énorme progrès au oint de vue de l'examen des parois de cavités naturelles, si la ource des rayons X pouvait être placée au sein même de cette avité, au lieu de rester au dehors. Prenons le cas d'une mâchoire radioscoper. Jusqu'ici le praticien appliquait le côté malade ontre l'écran et plaçait l'ampoule de l'autre côté de la face. Mais 'était un grand inconvénient, facilement une cause d'erreur, que a superposition sur l'écran de deux silhouettes : celle du côté à xaminer et celle du côté opposé. Pour éliminer cette dernière, e tube à rayons X devrait être dans la bouche. La chose peut se aire et M. Radiguet montra aux membres du Congrès la radio- raphie fort belle d'un seul côté de mâchoire. Évidemment, il y des modifications à faire aux dispositifs courants. Essentielle- ent, il faut avoir une bobine dont un pôle du secondaire, le égatif, puisse être mis à la terre, ce que tous les modèles ne upportent pas, et intercaler dans le circuit un détonateur spécial maginé par Bouchacourt. Dans ces conditions, la moitié du ircuit qui va à la cathode peut être touchée à la main, sans ésagrément, et, par suite, le bout correspondant d'un tube de orme appropriée peut être introduit, par exemple, dans la

lexes que celles des courbes acoustiques. Le plan de projection e la résultante des deux mouvements rectangulaires, disons lus simplement, la surface sur laquelle porte la pointe animée imultanément des deux vitesses pendulaires peut tourner d'un ıouvement circulaire uniforme ; et le centre de ce mouvement eut être soit simplement celui même de la figure de Lissajous épondant aux mouvements rectilignes, soit un autre quelconque hoisi à volonté. De là une complexité infinie de combinaisons et, omme résultats, des courbes d'une variété illimitée et d'un essin bizarre et souvent très joli. Il est impossible de s'en faire ıne idée sans les avoir vues.

Si, d'autre part, on fait un second tracé d'une figure déterminée, après avoir légèrement déphasé l'appareil, les deux figures ›btenues peuvent être regardées au stéréoscope — propriété :ommune à tous les appareils phasés, mais qui, peut-être, n'avait ›as été signalée. Il semble alors que l'on se trouve en présence l'une corbeille ou d'un anneau, formé d'un seul bout de fil de fer :ourbé suivant des lignes du dessin le plus pur et, parfois, le ›lus capricieux. Vues ainsi les figures de Lissajous paraissent racées sur des cylindres et les courbes plus ou moins complexes ›ont inscrites sur des sphères ou des tores.

Sans parler des services que peut rendre ce curieux appareil lans les industries qui recherchent des motifs de décoration, les géomètres rencontreront sans doute dans ces courbes, d'intéressants sujets d'étude et la découverte de propriétés nouvelles.

A côté de ses appareils de *télégraphie sans fils* à radio-conducteur de sensibilité réglable et à inscription automatique des dépêches, disposés aujourd'hui en postes légers, aisément transportables, la maison *Ducretet* nous offre un *nouvel interrupteur à mercure à grande vitesse.* On atteint 3200 interruptions à la minute ; la radiographie et la radioscopie elle-même n'ont que faire de vitesses plus considérables : peut-être même cette fréquence élevée serait-elle plutôt excessive. Sur l'axe horizontal d'un moteur robuste et stable sont calés un plateau plein, et, à peu de distance, une étoile à quatre rayons terminés en forme de faux ; axe, plateau, étoile sont métalliques, on le devine. Ce mécanisme tourne dans une boîte en matière isolante. La partie inférieure de la boîte, divisée par une cloison, forme deux augets chargés de mercure à hauteur convenable. Par dessus on a versé une épaisse couche de pétrole. Le courant amené au premier auget passe dans le disque plein en contact permanent avec le mercure, de là, dans l'axe, puis dans l'étoile à faux. On

voit le reste. Le principe appliqué ici avait déjà été essayé dans ses parties essentielles, mais la réalisation était détestable. Le nouveau modèle Ducretet est parfaitement construit, comme toujours.

Il dessert une grande bobine d'induction qui fournit de tonitruantes étincelles de $1^m,25$ de longueur.

Plus loin se trouvaient les moulages de cavité buccale prononçant les diverses voyelles, chuchotées et parlées, intéressante démonstration des études que le Dr Marage poursuit depuis cinq ans et qui l'ont conduit à émettre sa *théorie de la formation des voyelles*.

Puis la nouvelle *pompe à mercure* de Berlemont et Jouard, sans robinets, et un grand nombre d'appareils de mesure sur lesquels nous ne pouvons pas insister.

A l'Exposition, un grand succès de curiosité allait aux **machines à air liquide** qui y fonctionnaient tous les jours : celle de *Linde*, dans la section allemande, celle de *Tripler*, dans la section américaine. Linde et Tripler sont, on se le rappelle, les deux savants qui, indépendamment l'un de l'autre, arrivèrent, presque simultanément, à construire une machine industrielle réalisant la liquéfaction de l'air atmosphérique.

Des froids intenses sont nécessaires à cet effet. A toute température supérieure à 140° sous zéro, aucune pression ne serait capable de produire la liquéfaction de l'air. Cet énorme abaissement de température s'obtient par un moyen qui peut paraître étrange. On comprime le gaz et, après l'avoir débarrassé de la quantité de chaleur que ce travail produit naturellement, on lui permet de se détendre brusquement, c'est-à-dire qu'on le fait travailler sur lui-même. Pour retrouver avec son volume primitif sa température primitive, le gaz devrait posséder encore la quantité de chaleur qui lui a été soustraite ; il n'a pas le temps de la demander aux parois de sa prison, il doit donc se l'emprunter à lui-même et, par suite, se refroidir. Pour des écarts un peu notables de pression, le refroidissement obtenu est considérable. Tel est le principe commun aux deux appareils. Il faut ajouter seulement qu'il est plus économique de ne produire qu'une détente *incomplète* ; on fait tomber la pression de l'air de 200 atmosphères à 50.

La machine Linde avec une puissance de 15 chevaux produisait, disait-on, de 5 à 8 litres d'air liquéfié par heure ; celle de Tripler avec 45 chevaux 60 litres, si nous avons bien compris.

De part et d'autre, on faisait d'intéressantes expériences. L'air quide versé sur une table se divisait en gouttelettes qui 'éloignaient en courant à la façon des gouttelettes d'eau qui ›mbent sur la tôle chauffée de nos poêles de cuisine : comme lles, elles sont à l'état caléfié. Du mercure contenu dans un tube essai plongé dans ce curieux liquide fumant, pareil à de l'eau ègèrement bleutée, s'y solidifiait rapidement. Même chose pour huile, l'alcool. Une prune y devenait dure comme la pierre; des euilles et des fleurs, du caoutchouc en sortaient friables et casants. Instinctivement, on craignait d'y plonger le doigt. L'exemle des voisins enhardissait et à condition de ne pas le laisser ›ngtemps, on n'éprouvait guère qu'une sensation de légère ratcheur. Au contraire, si l'air liquide était contenu dans un vase e verre à paroi mince et qu'on appliquât le doigt sur le fond, à extérieur, au-dessus du point de contact se manifestait dans le quide une ébullition très vive et, bientôt, on se sentait le doigt nvahi par un froid intense,... brûlant en toute vérité.

La différence entre les modes de manipulation de l'air liquide ux deux *stands,* allemand et américain, était typique. Au remier, l'air était recueilli, avec parcimonie et comme une cerraine dévotion, dans le ballon classique de d'Arsonval : double ›aroi argentée, avec vide de Crookes dans l'intervalle. De l'autre ôté, on le recevait par quarts de litre, dans un poêlon en fer maillé ! Et pour peu que l'assistance parût s'y intéresser, out le quart de litre était, par exemple, versé dans un grand ›ocal en verre, contenant déjà vingt à vingt-cinq centimètres l'eau. L'air liquide formait une couche surnageant, plus ou noins paisiblement, à la surface de l'eau. La densité de ce nélange d'oxygène et d'azote est en effet 0,933 à — 194 degrés, e qui est, à peu de chose près, sa température d'ébullition ›ormale (— 191,4). Mais, après quelque temps, de la couche mmédiatement en contact avec l'eau et assez agitée, se détahaient quelques bulles, d'un bleu plus foncé, qui plongeaient lans l'eau, atteignaient le fond, s'y agitaient, remontaient, etc... Ces bulles étaient constituées par de l'oxygène liquide. En effet, 'azote plus volatil que l'oxygène — leurs températures d'ébulition sont — 146° et — 119°, respectivement — distille avec ›lus de rapidité; la couche inférieure d'air liquide devient de ›lus en plus riche en oxygène et celui-ci ayant une densité de :,5 à — 187°, se trouve plus lourd que l'eau et doit s'y enfoncer. Voulait-on préparer, avec plus de soin et plus rapidement, un nélange riche en oxygène, on couvrait le dessus du bocal d'un

morceau de carton de façon à ne laisser libre qu'une portion restreinte de l'ouverture. De l'orifice ainsi ménagé s'échappait avec force, comme d'une chaudière sous pression, un jet de vapeur formé surtout d'azote et, après une demi-minute, on était à même de répéter d'une façon extrêmement brillante l'expérience classique dans les cours de chimie : l'acier brûlant dans l'oxygène. A l'extrémité d'un fort ressort, on attachait d'une façon quelconque une allumette enflammée et, retirant le carton de dessus le bocal, on y faisait pénétrer l'allumette. Celle-ci brillant avec un éclat sans pareil, allumait l'acier, qui se mettait à lancer des étincelles et à brûler comme de la paille au vent.

Mais passons, le temps nous presse et, dans une rapide visite d'orientation, nous avons remarqué tant de compartiments séduisants par la richesse de leur exhibition scientifique.

Il faut bien pourtant nous arrêter encore.

Égaré dans la section néerlandaise, au rez-de-chaussée du Palais de l'Électricité, nous découvrons le **télégraphone Poulsen**, de Copenhague, qui occupe en ce moment tous les esprits. Les spécialistes estiment que c'est là un des appareils nouveaux les plus intéressants de l'Exposition (1). L'inventeur désigne son appareil par une seconde appellation, qui en fait comprendre l'économie dans ses traits essentiels. Il l'appelle *Magnéto-télé-phonographe*.

C'est donc, au fond, un *phonographe*, permettant l'enregistrement et la reproduction de la parole. Mais, dans le phonographe ordinaire, l'enregistrement se fait par la formation des creux plus ou moins nombreux, plus ou moins marqués, que la pointe de rubis ou de cristal, vibrant à l'unisson de la plaque au fond du cornet, taille dans le cylindre de cire enregistreur. Ici l'enregistrement sera une modification de l'état *magnétique* d'un fil d'acier. Voici comment cela se produit. Le cornet et la plaque vibrante du phonographe sont remplacés par un microphone, dont les courants ondulatoires naissant sous les vibrations sonores passent dans un petit électro-aimant. Celui-ci.

(1) Poulsen, *Sur le télégraphone*. COMPTES RENDUS, 25 juin 1900. — J. Blondin, *Télégraphone Poulsen*. L'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE, t. XXIII, pp. 397-408, 16 juin 1900. Cet article donne dans le dernier détail la description des divers dispositifs construits par l'électricien danois. — L. Olivier, *Une révolution en Téléphonie*. REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES, 11e année, pp. 770-775, 30 juin 1900. — Aliamet, *Le télégraphone de M. Poulsen*. L'ÉLECTRICIEN, 2e série, t. XIX, pp. 337, 338, 2 juin 1900.

embrassant entre ses pôles minuscules un fil d'acier tendu, progresse le long de ce fil d'un mouvement uniforme. Évidemment, le fil d'acier portera dans son magnétisme rémanent la trace de ce passage, des " marques „, des " taches „ magnétiques, disons mieux, les échos magnétiques de la parole — échos endormis, mais très précis, très présents, et que l'on réveillera à volonté, en faisant appel à la réversibilité des phénomènes d'induction.

En effet, dans le circuit, substituons au microphone, un téléphone récepteur, et ramenant l'électro-aimant au commencement du fil d'acier, forçons-le à refaire, avec la même vitesse, le chemin parcouru à l'instant. Les variations de champ magnétique produites entre les pôles par le passage des taches magnétiques laissées sur le fil, feront revivre dans les enroulements de l'électro une succession de courants ondulatoires correspondant de tous points aux premiers; leur image — affaiblie, sans doute — mais parfaitement exacte, trait pour trait. Inutile de dire que ces courants ramenant dans la plaque du téléphone les vibrations de celle du microphone, y reproduiront exactement la parole. Le télégraphone est donc certainement un magnéto-phonographe.

Il est enfin un magnéto-phonographe enregistrant *à grande distance* et reproduisant la parole aussi loin que l'on veut. C'est un *magnéto-télé-phonographe.* Ces fils souples qui relient le petit électro au microphone, d'abord, pour l'expédition — au téléphone, ensuite, pour la réception du message, peuvent s'allonger sans que cela introduise des difficultés que les téléphonistes ne résolvent tous les jours.

Le télégraphone reproduit la parole avec une *pureté* bien supérieure au phonographe. L'enregistrement magnétique nous met parfaitement à l'abri des frottements des pièces mécaniques, cause principale peut-être, du timbre métallique nasillard, si désagréable au phonographe.

L'enregistrement magnétique semble doué d'une permanence et d'une *solidité* presque illimitées. 1200 reproductions ne l'affaiblissent pas d'une façon sensible. Que redirait encore un cylindre de cire après un pareil exercice ?

D'autre part, cette inscription *s'enlève avec la dernière facilité.* Le fil d'acier promené entre les pôles de l'électro excité par un courant continu, d'intensité convenable, redevient, si l'on peut ainsi dire, une *tabula rasa* idéale. C'est l'amnésie absolue et

définitive pour le passé, avec un renouveau de faculté mémorative pour la future impression.

Inutile d'entrer ici dans le détail du dispositif mécanique adopté pour produire le mouvement uniforme du fil d'acier. Disons seulement que le télégraphone tel qu'il est exposé à Paris ressemble à un phonographe sur le cylindre duquel on aurait enroulé un fil métallique et dont le cornet serait remplacé par le petit électro, à cheval sur le fil d'acier.

L'ingénieux électricien danois a déjà exécuté et fait breveter plusieurs modèles applicables à la téléphonie pratique et qui se rattachent, assez simplement, aux postes ordinaires.

Un premier modèle se prête à l'enregistrement et à l'expédition de *messages de courte durée*. Supposons, par exemple, que je m'absente. Je puis inscrire magnétiquement sur mon télégraphone la phrase suivante : " Je suis absent et ne rentrerai que vers cinq heures. „ A tout correspondant qui m'appellera avant mon retour, plus exact que le modèle des domestiques le délicieux instrument répétera la phrase sacramentelle.

Si j'en ai l'envie, je puis avoir en même temps le modèle de télégraphone pour *inscriptions de longue durée*. L'inscription se fait dans ce cas sur un long *ruban* d'acier qui passe, d'un tambour sur un autre, sous les pôles de l'électro. Et alors le premier télégraphone aura été chargé d'un message plus complet : " Je suis absent, mais vous pouvez cependant me transmettre ce que vous aviez à me dire, mon appareil enregistreur est en circuit. „ Le correspondant déplace son commutateur dans le sens convenable et commence... Et si le ruban inscripteur est à bout ? — On pourrait peut-être laisser le correspondant parler à l'autre bout de la ligne. Par délicatesse toutefois et pour éviter tout malentendu, mieux vaudrait l'avertir par un nouveau signal, ou bien, confier au premier télégraphone une continuation de message : " Pardon, notre ruban est à bout. „ Cela ne compliquerait pas beaucoup les choses.

Mais il y a encore d'autres applications curieuses de l'appareil de M. Poulsen, qu'il convient de citer. C'est d'abord le *renforcement des sons téléphoniques*. M. Poulsen a imaginé dans ce but trois dispositifs d'une simplicité croissante : le premier à fils multiples, le second à deux fils, le troisième sans fil nouveau, mais par simple augmentation de la vitesse de déplacement du fil (1).

(1) Cette augmentation de la vitesse produit une variation plus rapide

Ce dernier procédé, qui sera sans doute adopté en pratique, est d'une grande efficacité; un son émis à voix basse dans le microphone peut, grâce à lui, être reproduit avec une intensité assez grande pour devenir désagréable.

Ces procédés de renforcement fournissent évidemment la solution attendue en vain jusqu'ici du problème du *relais téléphonique*. Son importance est comparable à celle du relais télégraphique : plus de bornes désormais dans les distances entre lesquelles on puisse établir des communications téléphoniques.

Le principe de la *téléphonie multiple* est également en germe dans la découverte de M. Poulsen; c'est-à-dire qu'il devient possible et dans des conditions très simples, de transmettre, simultanément, plusieurs messages le long d'une seule et même ligne, comme cela se fait couramment pour la télégraphie.

Ce ne sont pas là de beaux rêves seulement. En dehors du modèle simple que chacun peut voir et entendre fonctionner à l'Exposition, plusieurs des perfectionnements, nous l'avons dit, sont construits et brevetés et, pour les autres, des essais faits à Berlin devant des hommes compétents ont parfaitement réussi. « Après avoir assisté aux expériences que nous venons de décrire, dit M. Marinovitch, et avoir examiné les brevets de M. Poulsen, notre opinion est que l'on se trouve en présence d'une des plus belles inventions dans le domaine de la transmission de la parole. Qu'il s'agisse d'applications similaires à celles des phonographes ou d'applications purement téléphoniques, l'invention de M. Poulsen, que les spécialistes allemands les plus éminents n'ont pas craint de qualifier de géniale, ouvre un champ nouveau et très étendu (1). »

Le **Compartiment allemand** *d'instruments d'optique et de mécanique de précision* est incomparable. La collectivité des constructeurs en a publié un catalogue de 250 pages, rempli de précieux renseignements. Il faudrait des jours pour tout voir. Citons seulement les choses les plus remarquables. Et tout d'abord l'exposition du *Bureau central de vérification de Charlottenburg*. On y remarque une maquette au cinquième d'exécution d'un *comparateur universel;* dans la vitrine voisine, des règles étalons, une collection de poids étalons en cristal, nickel, or, platine iridié; une balance pour peser dans le vide; une balance

du champ magnétique et, par suite, une augmentation de force électromotrice du courant induit.

(1) Blondin, *loc. cit.*, p. 408.

de comparaison pour poids de 10 à 25 kilos, toutes les opérations de changement de plateaux, manœuvre des poids de correction, lectures, etc., se faisant à cage fermée et à distance, etc...

La maison *Zeiss* a une vitrine énorme, encombrée d'appareils de grande puissance et d'un fini d'exécution incomparable : spécialement, des appareils de microphotographie avec fortes lampes électriques, condensateurs de dimensions invraisemblables. Les vernis noirs et les nickelés sont de plus en plus abondamment représentés dans les constructions de fine mécanique. Cela est très pratique et d'un aspect distingué.

Schott et C° d'Iéna exposent de grands verres d'optique et, notamment, des disques de $1^m,25$ de diamètre, la taille des objectifs de la *Grande Lunette*.

Dans la vitrine de *Hartmann et Braun*, entouré de cent appareils de mesures électriques, un grand électro-aimant forme demi-cercle, d'après les plans de H. Du Bois ; son champ peut atteindre, avec 12 volts et 20 ampères, 35 000 unités C. G. S.

En Hongrie, nous remarquons le laboratoire du D^r^ *baron von Eötvös* avec ses appareils de haute précision pour l'étude des anomalies de la pesanteur jusque dans leurs moindres détails. Des courbes indiquent l'influence perturbatrice d'une masse de 5 kilos à 0,5 mètre ; et d'autres celle d'une masse de 300 kilos à 5 mètres.

Le **Compartiment anglais** est un véritable musée d'enseignement où l'on passerait des heures sans s'en douter. L'organisation en est due au *Greenwich Observatory*. Les appareils exposés sont mis en station. Un abrégé de leur théorie, des schémas, des légendes très détaillées les accompagnent. Nous pouvons ainsi étudier l'appareil de Vernon Boys, pour la mesure de l'intensité de la pesanteur ; le pyromètre d'Austen ; le séismographe de Milne ; le spectrophotomètre d'Abney ; le radiomicromètre de Boys, élément thermo-électrique sensible à la chaleur d'une bougie à la distance de 5 kilomètres ; le tube à vide dont J.-J. Thomson s'est servi pour mesurer la vitesse des rayons cathodiques. Nous voyons la curieuse photographie exécutée par Boys : une balle de fusil volant dans l'air avec ses ondes de front, le sillage, les ondes réfléchies, diffractées, etc.

Deux grands meubles noirs, garnis par devant de rideaux sombres et épais, attirent notre attention. Nous entr'ouvrons les rideaux. C'est une superbe collection de photographies astronomiques sur verre, et les rideaux nous font une chambre obscure où nous pouvons commodément examiner ces clichés par trans-

parence. En voici une admirable série: les photographies de la photosphère et des protubérances et les photographies de la couronne, prises pendant l'éclipse de soleil du 22 janvier 1898 par la mission du *Greenwich Observatory*. Sur les parois, tout à l'heure, nous avions vu des agrandissements très soignés des spectres chromosphérique et coronal; cinq spectres d'une même région du bord solaire, pris coup sur coup, pendant les courts instants de l'éclipse. Mais rentrons dans notre chambre obscure. Ici les quatre compagnons d'Algol. Le satellite de Neptune : on voit l'écran qui affaiblit l'éclat de l'astre sans l'éteindre complètement, et, en dehors, l'image faible du satellite vers lequel une flèche attire notre attention. Un dédoublement d'étoiles : ξ de la Grande Ourse dont les composantes sont à 2″ de distance. — Petites planètes : Eros qui a tracé une traînée sur la plaque au milieu des étoiles immobiles et bien rondes. Superbes photographies de nébuleuses : Orion, Andromède,... : un détail et une douceur dont les reproductions sur papier ne peuvent donner une idée. Un amas. Un cliché du ciel sur réseau international. — Ah ! que de belles et instructives choses ! Cette exposition est un chef-d'œuvre.

Et pourtant nous devions rencontrer mieux encore, sinon pour l'idée, du moins pour l'ampleur, le grandiose et aussi pour certain côté pratique — dans le **Compartiment des États-Unis**. Malheureusement, nous ne le découvrîmes qu'à la dernière heure.

La somme de documents sur l'enseignement à tous les degrés, accumulés dans ce salon, est quelque chose d'inouï. Parlons surtout des documents graphiques ; ce sont des photogravures de grand format 24 × 30 exécutées avec un soin irréprochable et disposées d'une façon très ingénieuse. Aux parois du compartiment sont adossés de grands placards divisés en armoires de dimensions un peu plus grandes que les photogravures. Ouvrons une de ces armoires : voici la première gravure. Elle est fixée sur un panneau de bois mince. Celui-ci tourne sur gonds et va s'appliquer contre la porte de l'armoire. Au verso, nouvelle gravure. Puis un second panneau, garni lui aussi, sur ses deux faces, et ainsi de suite. Une armoire renferme de 18 à 20 panneaux. Rien de plus pratique. Cela s'appelle une *Exposition en portefeuilles*. Malheureusement, à part les titres des gravures, grande pauvreté d'explications. Pauvreté seulement apparente peut-être, car un gardien s'avance vers nous et nous remet une publication relative aux objets que nous considérons. Peut-être de semblables publications étaient-elles préparées pour les

autres parties. N'importe ! les explications concises affichées à côté des objets exposés, la mode anglaise, en un mot, paraît préférable.

Nous sommes devant la section astronomique. *Harward Observatory* expose une belle collection de grands clichés éclairés par dessous au moyen de feuilles de papier blanc qui diffusent la lumière de lampes à incandescence. Le procédé n'est pas mauvais. Sur verre aussi, les spectres de α du Chien, α du Cocher; le spectre, pris à la volée, de météores passant dans le champ de l'instrument (agrandis trois fois) ; le spectre de la nuée de Magellan ; les photographies d'une région lunaire, de l'amas d'Hercule, etc... A côté de cela, en portefeuille, d'admirables gravures représentant les bâtiments de l'Observatoire, les appareils... De même, des atlas énormes de *Lick Observatory*, et de *Yerkes Observatory*...

L'*Université de Chicago* n'exposerait-elle que ce qui regarde son observatoire Yerkes ? Un gardien interrogé nous adresse à un monsieur qui, aimablement, se met en devoir de nous servir de cicerone. Malheureusement, il ne s'exprime que péniblement en français. Mais soit. Nous avons devant nous un appareil composé d'un nombre extrêmement grand de roues dentées calées toutes sur un même arbre... une mécanique d'une extrême complication : c'est l'*Analyseur des fonctions harmoniques* employées dans les théories ondulatoires de l'Optique et de l'Acoustique. Imaginé par MM. Michelson et Stratton, il permet le tracé des courbes résultant de la superposition de mouvements pendulaires dont les périodes varient de 1 à 80 en l'unité de temps. Et inversement, une courbe étant donnée, il en détermine mécaniquement les coefficients de ses termes sinusoïdaux. M. Michelson dans son mémoire sur cet appareil traite comme cas particulier *le profil d'une figure humaine*. Il détermine les coefficients des éléments de ce profil qui peuvent se représenter par un sinus ou par un cosinus, et, reprenant la question à rebours, charge sa machine de reproduire graduellement le profil donné. Il représente d'abord la courbe répondant à la somme des termes en *sinus* : cela ne ressemble guère à une figure humaine. Ensuite la somme des *cosinus*, cela n'en approche pas davantage. Mais si alors on combine les deux courbes, le profil réapparaît, régulier comme au début.

Voici maintenant l'interféromètre de Michelson qui sert à la

détermination de la répartition de la lumière dans les spectres (1); e spectroscope à échelons du même (2); etc...

Mais la retraite a sonné. A grand regret, il faut s'éloigner.

Nous étions invités à visiter, le vendredi soir, à l'Exposition le **Palais de l'Optique** et la **Grande Lunette de soixante mètres.** Certes, c'est un spectacle étrange et imposant que de voir l'immense cylindre s'allonger sur ses vingt piliers, terminé d'un côté par le chariot oculaire et de l'autre par l'énorme objectif de $1^m,25$ de diamètre. A dix mètres en avant de cet objectif, se dresse le gigantesque sidérostat qui lui montre le ciel. Grâce à l'extrême obligeance du constructeur de cette œuvre colossale, M. Gautier, nos lecteurs connaissent, depuis deux ans, les méthodes, d'une précision admirable, imaginées pour le travail optique du miroir du sidérostat et des lentilles, ainsi que le détail de tout le mécanisme (3). Nous n'avons pas à y revenir. Quant aux résultats des essais, il serait prématuré de vouloir en parler. On se le rappelle. La Grande Lunette doit posséder deux objectifs, l'un visuel, l'autre photographique. Ce dernier seul est achevé. Il s'est trouvé que les disques fondus pour l'objectif visuel s'étaient trempés au refroidissement. Il faudra en couler de nouveaux. Quelques photographies ont été prises dans les conditions précaires de l'installation actuelle de la lunette. Elles paraissent promettre des résultats excellents. Mais ces documents sont insuffisants pour servir de base à une étude complète, qui ne pourra se faire à loisir que quand le puissant appareil aura été installé à demeure sous un ciel qui permette de tirer parti de toutes ses ressources.

Du reste du *Palais de l'Optique* nous ne dirons qu'une chose, c'est qu'il est déplorable de voir employer si mal le superbe appareillage qui y est établi. Une illumination rapide d'une centaine de tubes de Geissler, la vulgaire radioscopie d'une main ou d'un parapluie, quelques illusions d'optique... c'est tout, ou le reste ne vaut guère mieux. Nous a-t-on même montré les courants de haute fréquence?... Et l'on disposait pourtant de

(1) Voir J. Thirion, *L'analyse des radiations lumineuses*; dans cette Revue, t. XLIV, livr. d'octobre 1898, pp. 500 et suiv.

(2) Voir J. B., *Bulletin de Physique*; dans cette Revue, t. XLVII, livr. d'avril 1900, p. 655.

(3) Voir J. D. Lucas, *La Lunette de l'Exposition de 1900*; dans cette Revue, t. XLIV, livr. de juillet 1898, pp. 337-344 et t. XLV, livr. d'avril 1899, pp. 697-704.

véritables batteries de puissantes bobines capables de donner chacune de 100 à 150 centimètres d'étincelle. Les explications qui accompagnent ces exhibitions, d'une écœurante banalité, ne constituent pas même un bon enseignement populaire. Ici encore on se retrouve à la " foire ".

Pourtant, soyons justes. Il y a une exception à faire, mais une seule malheureusement. Les projections de photographies lunaires prises au grand équatorial coudé de l'Observatoire de Paris sont admirables. Les images atteignent 12 × 12 mètres environ et même, dans un cas, 12 × 15.

La lune y est montrée à ses différents âges avec un détail et une intensité de relief qui impressionnent vivement. Pour finir, une portion de la surface de notre satellite se voit à des grossissements de plus en plus forts qui la rapprochent de nous, en dernier lieu, jusqu'à 60 kilomètres. Dans ce cas, le grain de la plaque apparaît, évidemment, avec une importance énorme. L'impression d'ensemble n'en reste pas moins saisissante.

Nous nous acheminons à grands pas vers la fin du Congrès. Une très intéressante après-midi nous est encore réservée. Nous avons, le samedi, à visiter à la Sorbonne les **laboratoires de MM. Bouty, Lippmann et Pellat.**

M. Lippmann reçoit les membres du Congrès dans le grand auditoire de la Faculté des Sciences. Avant de visiter les salles de travail, voyons ici quelques résultats qui peuvent se montrer en projection.

Démonstration de la rotation de la terre avec un pendule de 1 mètre (1). — *M. A. Berget* a profondément modifié la fameuse démonstration expérimentale de la rotation de la terre due à Foucault, et qui est basée sur l'invariabilité du plan d'oscillation du pendule. Foucault disposait de toute la hauteur du dôme du Panthéon. Quand on a voulu réduire la hauteur du pendule, l'expérience ne s'est pas toujours montrée facile à répéter. On aime à dire qu'à moins d'un pendule de 10 à 12 m. de longueur et, par suite, d'un local extraordinairement élevé la démonstration ne réussit pas. Cela est exagéré. Weinhold, dans ses excellentes *Physikalische Demonstrationen* (2) trop

(1) A. Berget. *Démonstration de la rotation de la terre, par l'expérience de Foucault réalisée avec un pendule de 1 mètre.* COMPTES RENDUS, t. CXXXI, pp. 106 et suiv., juillet 1900.

(2) 1887, 1e édit., pp. 102 et suiv.

eu connues en dehors de l'Allemagne, donne les dimensions et s moindres détails de construction d'un pendule de 3 mètres eulement de haut qui permet une très bonne démonstration. Il 'en est pas moins vrai que M. Berget a combiné un dispositif xtrêmement commode et d'une précision étonnante. Son pendule 'a que 1 mètre de longueur. En outre, plus n'est besoin de longs etards pour permettre au fil de suspension de se détordre omplètement : la masse pendulaire cylindrique est portée par ne tige rigide.

Une condition essentielle du problème est de permettre au endule d'osciller avec une parfaite liberté dans tous les plans erticaux passant par son point de suspension, et c'est là aussi ne de ses difficultés. M. Berget la résout en supportant la tige endulaire par une suspension à la Cardan dont les arêtes des couteaux se coupent sur l'axe de la tige (1).

Enfin le mode d'observation ou de mesure est d'une grande exactitude. La lentille cylindrique du pendule porte en appendice un style très fin qui, au repos, se projette au centre d'une manière de goniomètre, soit un cercle gradué horizontal garni d'une alidade à lunette. Au début, le pendule est écarté de sa position d'équilibre et maintenu par un bout de fil. On amène le fil vertical du réticule de la lunette en coïncidence avec l'image du style du pendule. Le fil est brûlé et le pendule se met à osciller. Au bout de son oscillation de retour, le style sera de nouveau dans le champ de la lunette et au point. Or, *dès la seconde oscillation*, le style apparaît éloigné du fil du réticule et dans le sens prévu par la théorie. *Au bout de six minutes et cinq secondes*, il faut déplacer la lunette de *un degré* pour ramener la coïncidence ; c'est précisément la valeur indiquée par la formule de la durée de rotation $\omega' = \omega \sin \lambda$ où λ est la latitude géographique du lieu (Paris).

L'expérience se projette très bien. Un faisceau de lumière tombe sur le style dans la direction de l'axe de la lunette. L'objectif donne une image sombre du style sur un écran placé à cinq ou six mètres. Au lieu du fil vertical du réticule, on prend comme repère un gros trait noir, vertical, tracé sur l'écran et que l'on amène en coïncidence avec l'image du style. Après quelques secondes d'oscillation, l'image revient se former en dehors du trait.

(1) Weinhold lui aussi attache son pendule à une suspension à la Cardan. *Ibid.*

M. Hemsalech étudie les *spectres des métaux*. Il nous fait voir en projection les modifications produites dans le spectre d'une étincelle quand cette dernière devient oscillante (1). Il distingue les étincelles suivantes : l'étincelle ordinaire ou continue, l'étincelle intermittente et l'étincelle oscillante.

L'*étincelle ordinaire* est produite par la décharge d'un condensateur, quand la résistance et la self-induction sont très petites. Presque toute l'énergie passe dans une décharge initiale à travers l'air chauffé à l'incandescence. Elle donne un spectre très brillant dû à l'air et surtout à l'azote. L'observation du spectre du métal en est fort gênée.

L'*étincelle intermittente* s'obtient en insérant une résistance (tube à eau ou corde mouillée) dans le circuit du condensateur. Les étincelles sont faibles. L'énergie est absorbée en grande partie par la résistance. Les spectres n'ont pas beaucoup de valeur à cause de leur faiblesse.

L'*étincelle* devient *oscillante* par l'introduction d'une bobine de self *(sans fer)* dans le circuit extérieur du condensateur. La décharge initiale est affaiblie. La couche d'air entre les deux électrodes est percée par la première oscillation de chaque décharge. Il se produit en même temps une quantité de vapeur métallique qui est traversée par la deuxième oscillation. Celle-ci réchauffe la vapeur et en produit encore davantage, etc. Presque toute l'énergie est utilisée pour chauffer la vapeur métallique. Un noyau de fer diminue les oscillations (Rayleigh). L'étincelle, très brillante auparavant, faiblit. Le spectre est débarrassé des raies de l'air. Pour une self-induction convenable, ces raies sont complètement éliminées. *Le spectre très brillant ne montre plus que les raies du métal.*

La projection simultanée des spectres photographiés dans ces diverses conditions montre à l'évidence les différences considérables qui les séparent et, notamment, l'effet excellent produit par la self-induction.

M. Hemsalech avait publié dans le numéro de décembre du JOURNAL DE PHYSIQUE, quelques résultats préliminaires de ses recherches sur la constitution des spectres des métaux obtenus en introduisant une bobine de self. Peu après, M. Hasselberg fit

(1) Hemsalech, *Notes sur les spectres des décharges oscillantes*. JOURNAL DE PHYSIQUE, t. VIII, p. 652 : décembre 1899.

Hasselberg, même titre. IBID., t. IX, pp. 153-155 ; mars 1900.

Hemsalech, *Sur les spectres des décharges oscillantes*. IBID., pp. 437-444 ; août 1900.

ıraître une note où il prétendait que les phénomènes spectraux ›servés par M. Hemsalech étaient bien connus des spectro-:opistes, qu'ils étaient signalés les uns par Kirchhoff lui-même, autres par M. Thalen; que la modification du spectre était en due à l'abaissement de température de la décharge, mais ıe le caractère oscillant de celle-ci n'avait pas le rôle qu'on ıi attribuait, d'autant plus que les mêmes changements sont roduits dans le spectre par l'insertion dans le circuit de écharge d'un tube rempli d'eau ou d'une corde mouillée.

L'étude comparée des spectres dans leurs diverses modifica-ons dont nous venons de donner un bref aperçu, est une ponse — non sans valeur, semble-t-il — aux observations de I. Hasselberg.

M. Lippmann nous fait voir ensuite un certain nombre de pho-ographies en couleurs obtenues par la *méthode interférenelle* dont il est l'inventeur (1). C'est d'abord un spectre continu, uis le spectre du cadmium et celui du didyme; admirables de igueur et d'éclat, aussi vifs, plus vifs même qu'on ne les voit au pectroscope.

Il se produit dans ces projections une circonstance intéressante. On sait que ce sont là des projections par réflexion. 'objet est vivement éclairé de côté par un arc électrique. Or, la laque introduite dans la lanterne ne s'y trouve pas d'emblée ous une incidence telle qu'elle renvoie directement vers l'objectif a lumière avec toute son intensité. Elle est suffisamment éclairée outefois pour former une image sur l'écran. Mais cette image se nontre négative et dépourvue de couleurs, conformément à la héorie. Lorsqu'alors l'opérateur tournant la plaque arrive à 'incidence optimum, subitement, comme si l'on déchirait un voile, 'objet se montre brillant de tout son éclat. C'est d'un effet très remarquable.

Au développement d'une plaque impressionnée par la méthode nterférentielle, on n'aperçoit en aucune façon les couleurs qu'elle levra montrer. Dans la gélatine gonflée par l'eau, les lamelles l'argent réduit sont séparées par des distances trop considérables. Un œil sensible à l'infra-rouge pourrait seul y reconnaître les teintes. Celles-ci ne deviennent réellement visibles que pendant le dessèchement de la plaque. Les régions correspondant

(1) Le lecteur trouvera un exposé de cette belle méthode dans cette REVUE : J. Thirion, *La photographie des couleurs*, t. XXX, livr. de juillet 1891, pp. 248-262.

à des bleus ou à des violets de l'objet se colorent les premières, mais apparaissent d'abord rouges, puis passent à l'orangé etc., suivant toute la série des couleurs du spectre. Pour nous démontrer la chose, M. Lippmann mouille une de ses plaques et la fait introduire dans la lanterne ; et nous assistons à cette apparition successive des diverses teintes à mesure que la gélatine sèche sous le rayonnement de l'arc électrique.

On put croire au début que seules les couleurs simples seraient reproduites par la méthode Lippmann. La théorie de la superposition des petits mouvements résout l'objection et l'expérience confirme cette conclusion. Une vitrophanie à teintes composées, blanches et autres, nous en fournit la preuve. Mais pour obtenir de beaux résultats, la plaque doit être bien isochromatique, c'est-à-dire également sensible pour toutes les couleurs. Le violet de méthyle cristallisé incorporé au gélatino-bromure réalise ce desideratum.

La photographie en couleurs n'est plus, actuellement, une opération bien compliquée. La maison Lumière a combiné un petit châssis très commode pour cet objet. Mais les poses nécessaires sont toujours relativement longues : de 1 à 2 minutes au soleil. Le développateur peut être quelconque.

Plusieurs projections défilent encore sous nos yeux. Quelques plaques sont dues au Dr Neuhaus de Berlin ; d'autres à M. Lumière : ainsi, par exemple, le portrait d'une enfant couchée au milieu d'un parterre de fleurs ; un bouquet de fleurs et de fruits d'une vérité et d'une vivacité de teintes inouïes.

Du grand auditoire, en passant par la salle des collections et les ateliers de construction richement outillés, nous arrivons aux chambres de travail.

M. Benoist s'est spécialement occupé de la *transparence des corps aux rayons X*. Il nous montre l'électroscope qu'il a combiné. Ses écarts sont proportionnels jusque 130 degrés : un degré vaut 20 volts ; l'étalonnage a été fait avec une grande batterie d'accumulateurs jusque 4000 volts.

Dans la cave, M. Burgess mesure la *densité de la terre* par une méthode dont il a exposé le principe dans une communication à l'Académie.

Les laboratoires sont reliés au secteur électrique. Mais, en outre, on possède plusieurs batteries d'accumulateurs, deux moteurs de 12 chevaux, trois dynamos : la plus puissante est de 16 kilowatts.

Dans une des dépendances du laboratoire de M. Pellat, M. Webster avait monté le dispositif au moyen duquel il s'efforce de *mesurer en unités absolues la quantité infinitésimale d'énergie mise en œuvre dans les phénomènes sonores*. En voici les traits principaux. On excite un résonateur sphérique à l'aide d'un son simple fourni par un diapason (1). Le fond du résonateur est percé d'une fenêtre où la paroi métallique a été remplacée par une lamelle de verre extrêmement mince et choisie de telle sorte qu'elle-même puisse vibrer à l'unisson du résonateur, aussi exactement que possible. L'amplitude de cette vibration est mesurée en longueurs d'onde par la méthode du réfractomètre de Michelson (2). A cet effet, sur la lamelle de verre, on colle un petit miroir très léger qui constituera un des systèmes réfléchissants qui entrent dans la composition de l'appareil. Si l'amplitude de la vibration du miroir vaut, par exemple, $\frac{\lambda}{2}$ de la lumière employée, l'ensemble des franges d'interférence va osciller autour de sa position d'équilibre ; l'écart entre les positions extrêmes étant précisément égal à l'intervalle entre deux franges. Mais ces oscillations, aussi rapides que celles du son, ne peuvent être saisies directement. On les mesure par une méthode stroboscopique.

Évidemment, mille précautions doivent être prises pour mettre ces appareils si délicats à l'abri des vibrations et des ondes sonores étrangères dont l'influence fausserait tous les résultats.

Pour passer des amplitudes aux pressions correspondant à une onde condensée, on produit à l'intérieur du résonateur des pressions connues et on mesure les déplacements qu'elles amènent sur la fenêtre vitrée. L'application de formules établies par Helmoltz et par lord Rayleigh donne le résultat définitif.

Dans le laboratoire de M. Pellat, professeur à la Faculté des Sciences, nous trouvons exposé l'*électrodynamomètre absolu*, souvent décrit du professeur. Plus loin, c'est l'*appareil de mesure des pouvoirs inducteurs spécifiques des corps solides ou des corps liquides*, du même (3). Cet instrument est fondé

(1) En réalité, la source n'est pas précisément un diapason, mais un résonateur excité *mécaniquement* par un diapason au moyen d'un dispositif spécial très étudié.

(2) Voir J. Thirion, *L'Analyse des radiations lumineuses*; dans cette REVUE, t. XLIV, *loc. cit.*

(3) H. Pellat, *Appareil destiné à mesurer les pouvoirs inducteurs spécifiques des corps solides ou des corps liquides*. JOURNAL DE PHYSIQUE,

sur l'augmentation qui se produit dans l'attraction des armatures d'un condensateur, quand l'air existant entre elles est totalement ou partiellement remplacé par un diélectrique ; il consiste en un double électromètre de Lord Kelvin. Pour éviter les erreurs dues aux variations de la source électrique, la mesure se fait par une méthode de zéro, la force attractive étant équilibrée par une force antagoniste produite par la même différence de potentiel.

MM. Pellat et Sacerdote se sont servis, récemment, de cet appareil pour mesurer la *variation des constantes diélectriques avec la température* dans deux solides usuels, l'ébonite et la paraffine. La constante diélectrique de la paraffine diminue lorsque la température s'élève, tandis que celle de l'ébonite augmente, dans les mêmes conditions, et à peu près proportionnellement à l'élévation de température.

Une autre conséquence des mêmes recherches est que l'énergie d'un condensateur, *à température constante*, dont le diélectrique est l'ébonite, surpasse de plus d'un quart la valeur admise jusqu'à présent.

Tout dernièrement (juin 1900), M. Pellat a publié un autre travail sur *la polarisation réelle des diélectriques* où, avec sa netteté habituelle, il s'attache à préciser, dans ce domaine, certaines idées qui préoccupent vivement les physiciens.

Au cours de cette étude, l'appareil, que nous venons de signaler, lui a permis d'établir qu'il faut distinguer, dans les diélectriques, un pouvoir inducteur spécifique apparent et un pouvoir inducteur vrai. Ce dernier serait la limite vers laquelle tendrait le pouvoir apparent pour un champ alternatif à fréquence suffisamment élevée. La fréquence à partir de laquelle le pouvoir spécifique atteint sa limite est très variable, suivant la conductibilité des substances étudiées. L'auteur croit pouvoir affirmer que, dans tous les cas où l'on a réussi à atteindre la valeur limite du pouvoir inducteur spécifique d'un corps transparent, c'est-à-dire la valeur du pouvoir inducteur spécifique vrai, on a trouvé cette grandeur très voisine du carré de l'indice de réfraction, comme le veut la théorie électromagnétique de la lumière.

M. Bouty dirige le grand laboratoire d'enseignement de la Sorbonne, qui occupe trois étages d'une des ailes de ce palais de

3e série, t. IV, pp. 501-511 ; 1895. — H. Pellat et P. Sacerdote, *Variation des constantes diélectriques avec la température*, IBID., 3e série, t. VIII, pp. 17-20 ; 1899. — H. Pellat, *Des diélectriques et de leur polarisation réelle*, IBID., 3e série, t. IX, pp. 313-325 ; juin 1900.

la science. Le professeur et ses assistants y ont en même temps leurs laboratoires de recherches. Nous y voyons l'appareil dont M. Bouty se sert pour étudier la question de la *conductibilité électrolytique des gaz raréfiés* (1).

C'est dans ce même laboratoire que M. Sagnac conduit, depuis trois ans, ses recherches ingénieuses et si remarquées sur la transformation des rayons X en rayons secondaires et tertiaires, dont il a déjà été question ici même (2).

Un spectroscope à échelons de Michelson a été disposé dans une des chambrettes d'enseignement, pour montrer aux membres du Congrès l'effet Zeemann sur les raies de la vapeur de mercure.

Ailleurs, nous rencontrons un puissant électro-aimant cuirassé dont le champ peut atteindre 47 000 unités C. G. S.

Enfin, dans la grande salle du troisième étage, nous trouvons installé l'*interféromètre de Fabry et Pérot*, qui permet la mesure des longueurs en fonction des λ de différentes raies lumineuses et la comparaison *immédiate* des longueurs d'onde de radiations même très distantes dans le spectre.

Les auteurs se servent, comme source lumineuse, de l'arc au mercure dans le vide découvert par Arons. Ils en ont modifié le dispositif de façon à en faire un appareil extrêmement commode et dont le fonctionnement ne nécessite aucune surveillance, même pour des expériences de longue durée. Les raies sont d'une finesse extrême, puisque l'on peut obtenir des anneaux avec une différence de marche de 22 centimètres, correspondant à la 400 000e frange (3).

Le Congrès international de Physique se clôtura par une cérémonie touchante. Sur l'initiative des membres étrangers, il fut décidé que l'on irait déposer une couronne sur la tombe de Fresnel. M. Warburg, dans une courte allocution, retraça la vie du grand physicien français. Et la Société française de Physique, qui s'est constituée la gardienne du modeste monument, trouva en M. Cornu, président à la fois de la Société et du Congrès, un interprète ému de sa reconnaissance.

J. D. Lucas, S. J.

(1) E. Bouty, *Les gaz raréfiés sont-ils des électrolytes ?* Ibid., 3e série, t. IX, pp. 11-17 ; janvier 1900.

(2) J. B., *Physique*, dans cette Revue, t. XLVII, livr. d'avril 1900, pp. 648-662.

(3) Voir J. B., *Physique*, dans cette Revue, *loc. cit.*

BIBLIOGRAPHIE

I

LEÇONS SUR LA THÉORIE DES FORMES ET LA GÉOMÉTRIE ANALITIQUE SUPÉRIEURE, par H. ANDOYER, maître de conférences et chargé de cours à l'Université de Paris. Un vol. in-8° de 508 pages. — Paris, Gauthier-Villars, 1900.

La théorie des formes, c'est-à-dire des polynomes homogènes à plusieurs variables, rayonne à la fois sur le domaine de l'Arithmétique et sur celui de la Géométrie. Elle a permis d'y réaliser de notables progrès, principalement par la considération des fonctions des coefficients qui restent inaltérées pour des substitutions linéaires effectuées sur les variables, ou qui se reproduisent à certain facteur constant près, et que l'on désigne sous le nom d'*invariants*. Cette notion d'invariant, qui n'a fait son apparition dans la science que depuis une cinquantaine d'années, y joue maintenant un rôle primordial. D'une extrême fécondité en Algèbre pure, elle n'intéresse pas moins la Géométrie par l'interprétation que trouvent en ce domaine les propriétés où elle intervient.

Lorsqu'un élément géométrique considéré comme variable dépend de n paramètres ou, ce qui revient au même, des rapports de ces n paramètres à un $n + 1^{\text{ième}}$ pris comme variable d'homogénéité, l'ensemble de tous les éléments analogues peut être considéré comme constituant un espace à n dimensions. Les variables définissant chaque élément sont d'ailleurs appelées ses *coordonnées*. Il suit de là que les formes à $n + 1$ variables égalées à zéro définiront un certain être algébrique dans cet espace. En particulier, les formes binaires, ternaires et quaternaires correspondront respectivement de cette façon à des espaces à une, deux et trois dimensions, d'où les désignations de

Géométrie *binaire, ternaire, quaternaire* pour l'ensemble des propriétés de ces espaces.

L'élément géométrique le plus simple, celui dont la considération s'offre tout d'abord, est bien évidemment le point. Sur une droite un point peut être défini par un paramètre ou l'ensemble de deux variables homogènes, sur un plan par deux paramètres ou l'ensemble de trois variables homogènes, dans l'espace ordinaire par trois paramètres ou l'ensemble de quatre variables homogènes. Les géométries correspondantes, qui sont celles que l'on étudie dans les Éléments, sont donc des cas particuliers des Géométries binaire, ternaire et quaternaire telles qu'elles viennent d'être définies. Mais on conçoit que celles-ci envisagées dans toute leur généralité embrassent un champ beaucoup plus vaste.

Une autre notion qui se pose à la base de la Géométrie générale, est celle des deux espèces d'éléments fondamentaux à considérer dans chaque espace, chacun d'eux pouvant être pris pour le lieu d'une série linéaire d'éléments de l'espèce opposée. A chacune de ces espèces d'éléments correspondent certaines coordonnées, et c'est de la corrélation qui existe des unes aux autres que résulte le principe de dualité entendu dans le sens le plus large. Si, par exemple, on prend comme espace un plan, les éléments de première espèce pourront être soit les points, soit les droites situés sur ce plan, ceux de seconde espèce étant alors soit les droites, soit les points. Si de même on prend comme espace un point, les éléments de première espèce pourront être soit les plans, soit les droites passant par ce point, ceux de seconde espèce étant alors soit les droites, soit les plans ; etc.

Lorsque les coordonnées d'un élément variable pris dans un certain espace sont liées par une certaine équation, l'ensemble de toutes les positions de cet élément variable constitue ce que M. Andoyer appelle une *série*. Comme exemples les plus simples de telles séries on peut citer, dans le plan, l'ensemble des points ou l'ensemble des tangentes d'une courbe; dans l'espace ordinaire, l'ensemble des points ou l'ensemble des plans tangents d'une surface. Parmi ces séries, les plus intéressantes, celles dont l'étude peut être le plus approfondie, sont celles qui sont algébriques, c'est-à-dire dont l'équation en coordonnées homogènes est une *forme* égalée à zéro. En particulier, l'étude des formes quadratiques comprendra, dans le domaine ternaire, celle des coniques, dans le domaine quaternaire, celle des quadriques.

On conçoit dès lors comment la théorie générale des formes peut être identifiée avec une Géométrie analytique supérieure,

ainsi que le fait M. Andoyer dans l'ouvrage remarquable dont il vient de nous donner le premier volume. Il convenait toutefois, pour affirmer le caractère géométrique d'une telle étude, d'adopter une terminologie appropriée assez générale pour s'adapter indistinctement à tous les modes particuliers d'interprétation géométrique des symboles employés, et ne faisant usage des termes déjà consacrés par l'usage que pour les appliquer à des éléments qui embrassent à titre de cas particuliers les objets auxquels ils se réfèrent couramment. C'est à quoi l'auteur nous semble être très heureusement parvenu. Évidemment la nouveauté de cette terminologie, d'ailleurs rationnellement choisie, exige de prime abord quelque effort de la part du lecteur ; mais il n'est pas long à en prendre l'habitude et à s'apercevoir qu'elle répond véritablement à une nécessité du langage mathématique.

Ajoutons que M. Andoyer a eu soin d'illustrer cet exposé nécessairement assez abstrait, par de nombreux exemples d'application parfois explicitement développés, plus souvent encore réduits à une indication sommaire, ce qui, pour le lecteur studieux, peut être la source d'utiles exercices.

Cela dit pour indiquer en gros le but de l'ouvrage en question et l'esprit dans lequel il a été conçu, nous en ferons connaître les principales divisions en présentant encore à propos de quelques-unes d'entre elles, diverses remarques propres à mieux faire ressortir la part personnelle de l'auteur.

Le Livre I, relatif à la *Géométrie binaire* (espaces à une dimension), comprend les chapitres suivants :

I. Théorie générale des invariants des systèmes binaires. Après avoir montré l'existence des invariants absolus et ordinaires, l'auteur donne le moyen de les dénombrer en s'inspirant directement des idées de Sophus Lie, qui là, comme dans les autres branches des Mathématiques, permettent d'introduire une si remarquable coordination. — II. Les formations invariantes générales. On rencontre ici, comme dans tout le reste de l'ouvrage, l'introduction de variables auxiliaires permettant d'exprimer par l'évanouissement identique d'un covariant un ensemble de conditions non toutes distinctes, mais dont aucune ne peut être supprimée. — III. Les systèmes linéaires. — IV. Les résultats et les discriminants. — V. La forme bilinéaire. — VI. Les systèmes quadratiques. — VII. Les formes canoniques en général. La forme cubique, la forme quadratique et la forme quintique. — VIII. La forme linéo-quadratique et la forme doublement quadratique. Celle-ci est étudiée avec un soin tout

articulier, en raison de ses applications ultérieures en grand ombre. — IX. Étude directe des formes à deux séries de ariables. Cette étude, assez peu poussée jusqu'à présent, est de elles où l'auteur a mis le plus de sa contribution personnelle. - X. La géométrie métrique binaire.

Dans le Livre II, relatif à la *Géométrie ternaire* (espaces à leux dimensions), nous rencontrons les chapitres suivants :

I. Théorie générale des invariants des systèmes ternaires. — I. Les systèmes linéaires. — III. Les éléments communs à deux u plusieurs séries. — IV. Les propriétés générales des séries. Le mot *série* est toujours pris ici dans l'acception qui a été léfinie plus haut. — V. Générations diverses des séries ternaires. On trouve, au début de ce chapitre, une théorie générale de 'élimination qui nous semble pleinement satisfaisante. — VI. La forme bilinéaire et l'homographie. — VII. La série quadratique. — VIII. Le système de deux formes quadratiques. — IX. La correspondance réciproque entre deux espaces coïncidents. Ce chapitre et le suivant sont de ceux où l'auteur nous semble avoir mis le plus du sien. — X. Le système de deux formes bilinéaires. La correspondance quadratique birationnelle. — XI. Étude géométrique du réseau de séries quadratiques. — XII. La série cubique. — XIII. La forme trilinéaire. Ce chapitre renferme le classement des diverses espèces de réseaux de coniques. — XIV. La série quartique. A signaler dans ce chapitre une étude approfondie des dégénérescences des systèmes de coniques quadruplement tangentes à une quartique, dans tous les cas possibles. — XV. La Géométrie métrique ternaire générale. — XVI. La Géométrie métrique ternaire spéciale.

Par les vues d'ensemble qu'il ouvre sur le domaine de la Géométrie analytique, le livre de M. Andoyer est propre à élargir grandement le cercle des idées de ceux qui s'occupent de cette science, à leur permettre d'en pénétrer davantage la philosophie et d'en mieux saisir la portée. Pour ceux qui sont destinés à l'enseigner, même réduite à ses éléments, nous irions jusqu'à dire que c'est presque une nécessité de l'avoir considérée auparavant de ce point de vue élevé.

M. D'OCAGNE.

II

LEÇONS D'ALGÈBRE *à l'usage des élèves de la classe de Mathématiques spéciales*, par E. PRUVOST, Inspecteur général de l'instruction publique, et D. PIÉRON, Inspecteur de l'Académie de Paris. Deux vol. in-8° de 614 et 376 pages. — Paris, Paul Dupont, 1893 et 1899.

La classe de Mathématiques spéciales est, comme on sait, principalement destinée, dans les établissements d'instruction français, aux candidats à l'École Polytechnique et à l'École Normale supérieure. Son programme est donc celui de l'admission à ces deux écoles, qui leur est commun d'ailleurs à quelques variantes près. En fait d'algèbre, outre certaines parties d'algèbre proprement dite visant la résolution et la transformation des équations, ce programme comprend les éléments de la théorie des fonctions et du calcul infinitésimal. Mais il est sujet à des fluctuations selon l'humeur ou les tendances des autorités chargées, à un moment donné, de fixer ses limites, il s'accroît ou s'allège de certains chapitres, abandonnés et repris tour à tour. Si toutefois pour un certain temps, ces chapitres cessent d'intéresser la stricte préparation aux examens qui couronnent la classe de Mathématiques spéciales, ils ne manquent pas pour cela de rester en corrélation étroite avec les matières qui y sont développées. Aussi les auteurs non exclusivement soucieux de la lettre des programmes, mais de leur esprit général qui réserve les chances de modifications prochaines, ne s'arrêtent-ils pas aux barrières purement factices élevées par les décrets officiels. C'est en particulier, à quoi se sont très sagement résolus MM. Pruvost et Piéron dans les *Leçons* dont le second volume a paru l'an dernier, suivant d'assez loin le premier accueilli avec une faveur marquée dès son apparition.

Chacun de ces deux auteurs, avant de s'engager dans la carrière de l'inspection, avait professé, l'un au Lycée Louis-le-Grand, l'autre au Lycée Saint-Louis, un cours de Mathématiques spéciales. Tous deux s'y étaient hautement distingués, laissant le souvenir d'un enseignement solide et élevé, tout à la fois parfaitement clair et parfaitement rigoureux. C'est dire qu'ils étaient tout particulièrement qualifiés pour écrire un ouvrage comme celui dont nous nous occupons ici ; c'est aussi, d'un mot, affirmer

s mérites de cet ouvrage qui rendra certes les plus grands ervices aux jeunes gens en vue de qui sa rédaction a été entrerise, mais qui sera encore d'un puissant secours pour tous ceux ui, avant d'aborder l'étude des parties élevées de l'analyse, uront souci d'assurer à leurs connaissances une base solide.

Une observation d'ordre général doit encore être présentée au ujet du livre de MM. Pruvost et Piéron. La tendance moderne st, comme on sait, d'abandonner, dans l'exposé des faits analyques, les procédés intuitifs qui, fort utiles lorsqu'il s'agit 'ouvrir des voies nouvelles, ont, dans l'ordre didactique, l'inonvénient de manquer de rigueur et d'entraîner le risque, par es généralisations trop hâtives ou des analogies trop supericielles, de conduire à des conclusions tout au moins hasardées. e contrôle d'une méthode rigoureuse s'impose dans tous les cas; ette méthode, fondée sur la réduction de toutes les notions de 'analyse à la seule notion du nombre entier, est caractérisée par e terme très expressif d'*arithmétisation*. Elle alourdit sans loute un peu le développement de la théorie, mais lui communique une rigueur impeccable, devenue de nos jours une véritable nécessité. Les auteurs n'ont eu garde de faillir à une telle exigence et leurs procédés de démonstration, inspirés notamment des travaux bien connus de MM. Darboux et Tannery, sont de nature à satisfaire les critiques les plus sévères sans manquer pour cela de la simplicité et de la clarté que réclame le public d'étudiants auquel ils s'adressent.

Cela dit, nous indiquerons succinctement le contenu des deux volumes de MM. Pruvost et Piéron.

Tome I. — Ch. I : Division des polynomes. — Ch. II : Analyse combinatoire. Formule du binome. — Ch. III : Applications de la formule du binome. — Ch. IV : Triangle arithmétique de Pascal. — Ch. V : Théorie élémentaire des déterminants. — Ch. VI : Équations linéaires. — Ch. VII : Compléments de la théorie des déterminants. — Ch. VIII : Nombres incommensurables. — Ch. IX : Radicaux arithmétiques. — Ch. X : Théorie des quantités imaginaires. — Ch. XI : Racines des polynomes. — Ch. XII : Fractions continues. — Ch. XIII : Séries. — Ch. XIV : Propriétés générales des fonctions. — Ch. XV : Fonction exponentielle. Fonction logarithmique. — Ch. XVI : Notions sur les infiniment petits. — Ch. XVII : Dérivées des fonctions d'une variable. — Ch. XVIII : Applications de la théorie des dérivées. — Ch. XIX : Séries de Taylor et de Maclaurin. — Ch. XX : Intégrales définies

our décerner le prix De Keyn, 10e concours, 2e période (1898-899) : "L'auteur s'est donné pour tâche de montrer d'une manière lémentaire et méthodique, les principaux aspects des questions uivantes : intérêt, escompte, annuités, rentes constantes ou ariables, emprunts à long terme, obligations, construction des ableaux d'amortissement, assurances sur la vie, Caisse de etraite sous la garantie de l'État.

„ Sans doute notre jury a déjà couronné, dans des sessions ntérieures, un traité d'algèbre et un manuel de science commerciale. Mais on remarquera que la nouveauté du manuscrit que ous avons eu à examiner cette fois, consiste précisément dans 'heureuse combinaison qu'il fait de matières traitées distinctement à l'ordinaire. C'est là une originalité d'autant plus estimable qu'elle répond à des préoccupations actuelles, à un courant d'activité particulièrement intense en Belgique, où les questions financières et industrielles sont à l'ordre du jour ; ajoutons que la création un peu partout d'instituts commerciaux rend nécessaire un bon manuel, suffisamment clair et pratique, qui groupe de façon synthétique des notions éparpillées dans vingt livres, et que peu de gens ont présentes et sûres dans la mémoire, peut-être parce que chacun croit les posséder sans étude.

„ Le *Cours théorique et pratique d'algèbre financière* est parfaitement adapté aux besoins de l'enseignement des sciences commerciales dans notre pays. Il suppose des connaissances élémentaires d'algèbre, et, là où il peut y avoir des lacunes, il entre dans un détail d'explications suffisant. Toutes les formules sont accompagnées de démonstration, et de nombreux exercices, résolus ou proposés, donnent aux élèves l'occasion d'en apprécier l'utilité pratique.

„ L'auteur a bien fait d'enseigner l'usage des tables numériques, qui rend de grands services aux praticiens ; des extraits des principales tables d'Eugène Pereire sont insérés à la fin de l'ouvrage. En ce qui concerne les emprunts à long terme, les amortissements, les assurances sur la vie, on trouve des développements plus abondants, ce qui nous permet de dire que l'auteur est très au courant de la science de l'actuaire (1). „

Ce manuel est divisé en deux parties. La première partie, sauf le premier chapitre, est consacrée à l'intérêt composé et à ses applications aux annuités certaines. La seconde partie

(1) BULLETINS DE L'ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE, n° 5, mai 1900.

prix déboursé fin août étant 99,60 fr., l'équation à résoudre pour trouver le taux semestriel s, est :

$$99{,}60 = \frac{1{,}50}{s}(1+s)^{\frac{1}{3}}$$

Approximativement

$$99{,}60 = \frac{1{,}50}{s}\left(1+\frac{1}{3}s\right) = \frac{1{,}50}{s} + 0{,}50$$

et ainsi (valeur approchée par défaut)

$$s = \frac{1{,}50}{99{,}10}$$

et non

$$s = \frac{1{,}50}{99{,}60}.$$

Chapitre VII : *Rentes certaines à terme variable.* — Deux cas particuliers sont examinés : Les termes varient en progression arithmétique ou géométrique.

Chapitre VIII : *Théorie de l'amortissement.* — Section I. *Amortissement des rentes sur l'État. Caisse d'amortissement.* Section II. *Système ordinaire de l'amortissement progressif.* Section III. *Emprunts par obligations.* Section IV. *Amortissement des emprunts dont le service est fait par des rentes variant en progression arithmétique ou géométrique.*

La section I devrait venir logiquement après la section II, car l'amortissement des rentes d'État par une dotation annuelle constante est un amortissement progressif.

La construction du tableau d'amortissement indiquée au n° 161 suffirait seule, et il est inutile d'en indiquer deux autres ; la section III serait ainsi notablement simplifiée. Même remarque au n° 163, une seule méthode suffit. Les formules des n°s 175-176 sont de simples exercices de calcul, il me paraît inutile de les établir dans le texte.

Aux n°s 190-191, on trouve le calcul de l'annuité qui fait le service de l'emprunt communal de la ville d'Anvers (1887), et l'on propose de faire le même calcul pour les villes de Bruxelles (1886), Gand (1896), Liége (1897).

Il est à remarquer que ce calcul ne se présente généralement pas dans les emprunts communaux. C'est ordinairement l'annuité qui est donnée ; elle dépend des ressources de la ville et c'est le type de l'emprunt correspondant à cette annuité qu'il faut déterminer.

Comme application remarquable, il eût été intéressant de faire ici l'étude de l'emprunt-loteries de l'État du Congo. Cet emprunt diffère des autres par ce point qu'il doit non seulement fournir un capital, mais encore les sommes nécessaires à son amortissement.

Disons encore que cette première partie aurait pu être rédigée d'une façon plus concise en fusionnant les chapitres IV, VI et même VII, puis les chapitres V et VIII (section II) ; en séparant bien distinctement les trois problèmes suivants : Formation d'un capital par annuités — Remboursement d'un capital par annuités — Évaluation des titres de valeurs mobilières (Fonds d'État, obligation).

Enfin un chapitre spécial aurait dû être consacré aux problèmes qui se rencontrent dans les projets d'emprunts, soit que la ville ou la Société fasse une émission directe d'obligations, soit qu'elle les émette par l'intermédiaire d'une société de crédit. Dans ce dernier cas, l'emprunt est mis généralement en adjudication et c'est au banquier qui demande l'annuité inférieure qu'il est adjugé. Il reste alors à déterminer le bénéfice du banquier. Un seul exemple d'une émission directe d'obligations a été donné, celui du n° 188.

Deuxième Partie : *Opérations viagères. Institutions de Prévoyance.*

Comme l'auteur l'indique dans sa préface, il a éludé l'élément probabilité dans les sept chapitres qui suivent et qui sont consacrés à l'étude des opérations viagères sur une tête.

Chapitre I : *Rentes viagères sur une seule tête.* — La méthode suivie est celle du Text-Book : on calcule d'abord la valeur actuelle d'un capital différé et on en déduit celle d'une rente viagère qui n'est qu'une somme de capitaux différés. Toutes les formules sont données en symboles de commutation, dont l'emploi permet d'établir les tarifs de la manière la plus simple.

A mon avis, il conviendrait d'indiquer d'abord les bases sur lesquelles reposent tous les calculs d'assurances : taux d'intérêt et tables de risques ou tables de mortalité ; le n° 2 devrait donc précéder le n° 1.

Chapitre II : *Assurances en cas de décès. Opérations sur une tête. Primes uniques des opérations fondamentales.* — Ne serait-il pas préférable de rendre les calculs de ce chapitre tout à fait analogues à ceux du chapitre I ; d'employer identiquement la même méthode, c'est-à-dire de calculer au préalable la valeur actuelle

d'un capital payable au décès d'un assuré d'âge x, si ce décès arrive entre l'âge $x + n$ et $x + n + 1$?

Chapitre III : *Primes annuelles des opérations viagères sur une seule tête.*

Chapitre IV : *Assurances payables à une autre époque qu'à la fin de l'année du décès.*

Chapitre V : *Calcul des chargements* (en usage à la Compagnie belge d'Assurances générales). Primes pures. Primes d'inventaire. Primes commerciales. Applications.

Chapitre VI : *Notions sur la valeur des polices d'assurance et sur les réserves.* — Cette question de la réserve est fondamentale dans les opérations viagères; c'est pour l'avoir méconnue que tant de compagnies d'assurances ont sombré et que tant d'inventeurs de systèmes spéciaux d'assurances sur la vie se sont trompés sans s'en douter. C'est pour ces motifs qu'il eût été désirable que l'auteur eût fait toucher du doigt la nécessité de la réserve par un exemple numérique.

Chapitre VII : *Institutions de prévoyance.* — Section I. *Caisse de Retraite sous la garantie de l'État. Calcul des tarifs.* On sait que les tarifs de la Caisse de Retraite ont été calculés par Maus; mais l'auteur n'a pas cru, avec raison, devoir exposer les procédés de calcul de ce dernier ; il a préféré une méthode plus concise et s'harmonisant parfaitement avec les théories modernes qu'il a exposées préalablement. Cette méthode conduit du reste à des résultats presque identiques. — Section II. *Sociétés de secours mutuels. Assurance contre la maladie.* On indique dans cette section la manière de calculer la valeur actuelle d'un secours de 1 franc par jour de maladie et la valeur actuelle de cotisations mensuelles de 1 franc, en prenant pour bases : un taux d'intérêt, une table de mortalité et une table de morbidité.

En vue de rendre les élèves à même d'appliquer les formules établies dans ce chapitre, l'auteur a reproduit à la table X, la table de mortalité de Quetelet, celle de morbidité de Kinkelin et les tables de commutation qui s'en déduisent au taux de 3 p. c.

Jusqu'à présent nous n'avons pas de table de morbidité spéciale à la Belgique, bien que la loi du 23 juin 1894 sur les sociétés mutualistes stipule à l'article 34 : " Le Gouvernement fera établir des tables de risques spécialement dressées pour les sociétés mutualistes. "

Complément : *Opérations viagères sur deux têtes.* — Chapitre I : *Rentes viagères.* — Chapitre II : *Assurances en cas de décès.* — Chapitre III : *Assurances conditionnelles ou de survie.*

Si les opérations viagères sur une tête peuvent être simplement étudiées sans avoir recours, au moins explicitement, aux notions du calcul des probabilités, il n'en est pas de même des opérations viagères sur deux têtes ; les raisonnements seraient par trop complexes. L'auteur a donc énoncé le principe de l'espérance mathématique (n° 8) et a calculé les probabilités de vie et de survie au fur et à mesure qu'elles se présentaient.

Principes de la notation universelle pour les opérations viagères. — La notation dont il s'agit est celle de l'Institut des actuaires de Londres; la question de l'adopter comme notation universelle fut débattue au premier Congrès international d'Actuaires tenu à Bruxelles en 1895 et tranchée affirmativement au Congrès de Londres en 1898. Sans doute, ce système de notations n'est pas absolument parfait, il offrira certainement des difficultés aux élèves auxquels cet ouvrage s'adresse; mais je ne crois pas qu'elles soient insurmontables. Il leur offrira en tous cas l'avantage de leur faciliter l'étude des ouvrages et publications traitant de la science actuarielle ; l'auteur a donc bien fait de l'adopter.

Tables numériques. — Les tables I à VIII sont des extraits des tables d'Eugène Pereire; il est à regretter qu'elles ne soient pas données *in extenso* pour les taux les plus usuels. En outre, il aurait fallu indiquer dans le texte, la manière de les construire, notamment les tables II, IV, V, VII. Toutes ces tables permettent de résoudre facilement les problèmes numériques de la première partie. La table IX renferme la table de vie anglaise H^M, les tables de commutation et des valeurs a_x, a_{xx} calculées au taux 3 1/2 p. c. Nous avons parlé de la table X un peu plus haut.

Nous sommes persuadés que ce *Cours théorique et pratique d'Algèbre financière* rendra les plus grands services aux professeurs de mathématiques de la section commerciale des Athénées royaux et des Écoles supérieures de commerce de notre pays, ainsi qu'aux élèves qui suivent ces différents cours. L'auteur a su exposer très simplement des notions parfois difficiles, telles que toutes les matières traitées dans la seconde partie.

E. Fagnart.

Si Descartes a travaillé à réduire le plus possible le rôle de l'imagination, il n'a pas cru qu'il fût possible de la bannir entièrement du domaine des mathématiques, car non seulement en la fixant sur l'objet à considérer nous l'empêchons de s'égarer et de nous gêner, mais elle peut servir à éveiller en nous certaines idées. Quand d'ailleurs il s'agit, non plus de l'intuition des principes de la connaissance mathématique, mais de la démonstration, la nécessité du recours à l'imagination ressort de ce que le raisonnement se fait dans le temps.

Par cette brève analyse, nous ne prétendons que signaler la brochure de M. Pierre Boutroux à tous ceux que captivent les questions relatives aux théories sur la connaissance.

G. Lechalas.

V

La Tristesse et la Joie, par Georges Dumas, ancien élève de l'École normale supérieure, Docteur en médecine et Docteur ès lettres. Un vol. in-8° de 427 pages de la *Bibliothèque de philosophie contemporaine*. — Paris, Alcan, 1900.

Cette étude sur *la Tristesse et la Joie* est la thèse pour le doctorat ès lettres de son auteur; mais elle a un caractère essentiellement scientifique, ce qui n'étonnera pas ceux qui ont gardé quelque souvenir de notre article sur la *Théorie physiologique des émotions*, inséré dans la Revue des Questions scientifiques d'octobre 1897. Nous ne saurions même éviter des redites trop nombreuses, si nous prétendions analyser complètement cette thèse, qui a valu à son auteur d'être admis au grade de docteur ès lettres avec la mention *très honorable* (1).

M. Dumas se propose d'étudier, dans une série d'ouvrages, les diverses émotions et nous fait espérer la prochaine publication de ceux qui seront consacrés à la colère, à la peur et à l'angoisse. A la base de la présente étude se place une distinction très nette entre l'émotion-choc et l'émotion-sentiment, faute de laquelle de nombreux malentendus seraient inévitables :

(1) La Revue de Métaphysique et de Morale de juillet 1900 a publié, dans son supplément, un compte rendu de la soutenance de cette thèse

quel accord peut-il y avoir, par exemple, entre Spencer et Lange, alors que le premier conçoit toutes les émotions sous forme d'une décharge nerveuse, tandis que le second n'y voit que des états permanents ?

La thèse peut être considérée comme divisée en deux parties, l'une psychologique et l'autre physiologique, avec un complément sur la théorie de la tristesse et de la joie. La première partie se compose de trois chapitres consacrés à la tristesse et à la joie morbides. L'auteur distingue deux sortes de tristesses, l'une passive, sans douleur, l'autre active, accompagnée de douleur morale. La première est caractérisée par une dépression, un affaissement, une atonie organiques, une diminution de la sensibilité physique et morale, un affaiblissement de la mémoire, de l'intelligence et de la volonté. La suractivité caractérise l'autre tristesse : le pouls s'accélère, les contractions musculaires deviennent plus énergiques. Ces phénomènes d'activité ne durent pas, ne remplacent pas ceux de dépression, mais s'y superposent, les supplantent momentanément. Cette tristesse active est accompagnée d'idéation, et à la souffrance s'ajoutent souvent des idées délirantes; mais la douleur morale, chez ces malades, n'est pas causée par des phénomènes intellectuels : ceux-ci servent à justifier sa douleur au malade.

On peut, à la rigueur, établir la même distinction pour la joie, mais elle est moins nette que pour la tristesse. Ce qui est général dans l'état de joie morbide, c'est un sentiment de bien-être, de puissance dans tout le corps; en même temps, les joyeux sont doués d'une plus grande puissance affective, sensible, intellectuelle et volontaire, le tout d'ailleurs sans grande cohérence. Le plaisir moral, la joie cérébrale paraissent jouer le rôle évocateur dans l'idéation; mais cependant l'hyperactivité mentale n'est pas sans exercer une réaction sur le plaisir.

Après cette psychologie statique de la tristesse et de la joie, vient une étude de son mécanisme mental, et ici il est question de sentiments normaux, en même temps qu'intervient l'émotion-choc, effet général et à peu près constant de la surprise. Après elle, l'émotion se différencie : une triste nouvelle vient désorganiser nos instincts ou nos habitudes, soit par l'intermédiaire de représentations, soit par l'effet d'associations automatiques. Tel est le mécanisme de la tristesse passive. Si le sujet réagit contre cette désorganisation et tend à reconstituer de nouvelles habitudes, la tristesse active apparaîtra. Cette dissociation et cette réassociation ne vont pas sans une fatigue mentale considérable.

et elles constituent pour la pensée quelque chose d'analogue aux excitations excessives des nerfs qui correspondent à la douleur physique. Il y a d'ailleurs, comme on peut l'entrevoir, une grande analogie, pour ne pas dire complète comme M. Dumas, entre la tristesse normale et celle des mélancoliques. La joie donne lieu d'ailleurs à des remarques analogues.

L'étude physiologique comprend quatre chapitres, consacrés à la psychophysiologie, à la psychochimie, à la psychophysique et à la psychomécanique de la tristesse et de la joie. Parfois la distinction entre ces divers chapitres n'est pas bien claire, et la psychophysique notamment tend singulièrement à se confondre avec la psychophysiologie : pourquoi, par exemple, séparer les changements de couleur et de température de la peau des phénomènes physiologiques qui les produisent? Quoi qu'il en soit, on trouvera dans ces quatre chapitres une foule d'observations intéressantes, accompagnées de graphiques. Comme dans la description psychologique, les observations prises sur une malade circulaire, qui passe régulièrement de la tristesse à la joie et réciproquement, sont particulièrement instructives.

L'ouvrage se termine par une discussion sur la nature de la tristesse et de la joie. Comme nous le savons déjà, M. Dumas est favorable en général à la théorie de James-Lange ; mais il distingue avec soin ce qui différencie le savant danois du philosophe américain. Celui-ci est d'une parfaite netteté, et sa thèse peut se résumer ainsi: Dans l'émotion, nous sentons notre corps par l'intermédiaire du cerveau, la périphérie par l'intermédiaire du centre, mais nous ne sentons pas l'état du centre lui-même ; le cerveau ne joue dans l'émotion que le rôle d'un simple récepteur sensible. Lange est confus sur cette question et s'attache d'ailleurs à une hypothèse vaso-motrice qui n'a rien d'essentiel.

Sur l'origine physiologique des émotions, nous savons que M. Dumas est très affirmatif. A vrai dire, si l'on se borne à affirmer que " l'émotion est directement liée à l'état de l'organisme en général ou du cerveau en particulier ", il semble qu'on ne soulèvera guère d'opposition ou plutôt que tout le monde formulera une réserve, même les partisans de l'origine périphérique, car peut-on supposer que des états physiologiques non cérébraux soient liés *directement* aux émotions ? l'expression a sans doute trahi la pensée de l'auteur. Pour prouver l'antériorité de l'état physiologique, le Dr Dumas invoque tous les exemples de ses malades, où le fait n'est que trop évident; puis il arrive aux cas normaux où la joie et la tristesse sont postérieures à

des états mentaux, et il reprend à ce sujet un raisonnement que nous connaissons: " Si dans les cas simples où le sentiment coexiste avec un état organique particulier, sans intervention de phénomènes mentaux, il est la conscience de cet état, nous sommes bien obligés d'admettre que, dans les cas plus compliqués, où le sentiment accompagne les mêmes états organiques avec intervention de phénomènes mentaux, il a toujours la même nature et doit se prêter à la même analyse ; sinon, il faudrait accorder cette absurdité qu'un état affectif donné peut être tantôt la conscience d'un état organique et tantôt un état mental dépourvu de bases physiques, capable en outre de déterminer, par une réaction mystérieuse, ce même état organique dont il n'était tout à l'heure que le reflet mental. „

A ce sujet, M. Dumas veut bien rappeler, en termes très aimables, que, dans notre article de cette Revue, nous avons opposé à cette condamnation sommaire d'une certaine réversibilité, une autre réversibilité admise, à très bon droit d'ailleurs, par lui-même : la mélancolie est accompagnée d'idées attristantes, que son origine soit intellectuelle ou qu'elle soit organique ; or, dans le premier cas, l'idée a entraîné les phénomènes vaso-moteurs auxquels correspond la cœnesthésie mélancolique, tandis que dans le second c'est la mélancolie elle-même qui suggère les idées tristes. M. Dumas répond que les deux cas de réversibilité sont bien différents. Dans celui-ci, l'idée agit comme cause épuisante pour déterminer la douleur, et, d'autre part, la douleur peut évoquer des idées tristes qui entretiendront l'épuisement. c'est là, dit-il, un exemple du cercle vicieux si souvent constaté dans les sciences de la vie.

Pour être usuel, le fait n'en est pas moins troublant. On nous montre bien qu'une représentation attristante est accompagnée de parésie cérébrale ou d'épuisement des fonctions d'association; mais ce qu'il faudrait faire voir, pour supprimer la réversibilité analogue à celle qu'on trouve absurde, c'est que tout le mécanisme cérébral fonctionne sous l'influence de l'excitant qui a suscité la représentation attristante sans que cette représentation influe sur lui: alors on retomberait dans le système des représentations épiphénomènes, et il ne serait plus question de réversibilité. Hors de là on ne peut y échapper en un point ou en un autre. Ajoutons que M. Dumas reconnaît à quel point son extension aux émotions normales des faits établis pour les émotions morbides est faite sans preuve expérimentale. Au début de sa thèse, il invoque le fait qu'il est bien difficile de distinguer les unes des

autres, et nous le voyons plus tard, à propos de la différence entre l'excitation agréable et l'excitation pénible, déclarer que, faute d'observations, il est obligé de conclure par analogie du morbide au normal (p. 352).

Nous devons ajouter ici que, selon nous, la théorie de James-Lange doit être essentiellement périphérique ou qu'elle cesse d'être une théorie spéciale, si l'on convient de considérer comme périphérique tout phénomène étranger aux régions cérébrales dont les modifications sont liées de façon immédiate aux phénomènes psychiques. Nous venons de voir en effet que se prononcer exclusivement pour l'origine physiologique sans intercalation d'un phénomène périphérique, c'est poser l'épiphénoménisme ; et d'autre part la théorie n'a plus à aucun degré son caractère d'originalité, puisque les pleurs, le tremblement, etc. demeurent les expressions des émotions, ou du moins de l'état cérébral correspondant (1). En même temps, d'ailleurs, elle échappe à tout contrôle expérimental, car on ne peut insérer aucun réactif de quelque nature que ce soit entre les phénomènes cérébraux ultimes, pour savoir s'ils se déterminent rigoureusement les uns les autres ou si les représentations jouent un rôle actif. Ajoutons que M. Dumas se montre favorable à l'hypothèse périphérique, du moins à l'égard de la tristesse passive et de la joie sans excitation, car il reste dans le doute pour l'excitation agréable ou pénible.

En arrivant à la conclusion du livre, le lecteur est quelque peu surpris d'y trouver une discussion sur la théorie physiologique et la théorie intellectualiste des émotions ; l'auteur se montre du reste loin d'être un adversaire absolu de cette dernière, dont il emprunte l'énoncé à Nahlowsky, disciple de Herbart : pour cette école, le sentiment résulte de l'arrêt ou de l'accélération des représentations actuellement présentes dans la conscience. En face des deux écoles, M. Dumas reste quelque peu perplexe. Les physiologistes, dit-il, gênés par les plaisirs cérébraux et les peines cérébrales, parlent surtout des états affectifs auxquels participe le corps tout entier ; les intellectualistes ne parlent guère que des plaisirs cérébraux et des peines cérébrales qu'ils dépouillent de leurs bases nerveuses pour les appeler intellectuels, et considèrent les expressions organiques qui peuvent

(1) Nous croyons devoir faire remarquer que les partisans de l'harmonie préétablie peuvent accepter toutes les thèses scientifiques des partisans de l'épiphénoménisme.

latitude d'approximation. Voilà du moins ce que la pratique a généralement enseigné aux vieux forestiers.

M. Vanutberghe, qui est sorti de l'École de Nancy en septembre 1893, a beaucoup observé depuis, son livre le prouve, et fait de nombreuses applications des connaissances par lui acquises tant à l'Institut agronomique qu'à l'École forestière. Il a cru pouvoir, par suite, se séparant des anciens maîtres, adopter un point de départ nouveau et distinguer entre ce qu'il appelle les " Principes de l'exploitation technique „ et la " Pratique sylvicole „. Distinction qui, à vrai dire, semble un peu subtile, car si la pratique doit prendre pour guide les principes techniques, elle n'en doit pas moins, en une foule de cas, en modifier l'application suivant les circonstances de temps, de lieu, de climat, voire parfois d'économie publique ou de relations commerciales.

Quoi qu'il en soit, voici le plan de l'ouvrage. La première et principale partie, consacrée aux fameux " principes techniques „, s'occupe, suivant des vues très générales, de la composition des peuplements au point de vue de l' " exploitation purement ligneuse „; de l'exploitabilité; du traitement des bois tant suivant les données de la biologie végétale que suivant les besoins économiques et financiers; des principes de l'aménagement; des modifications résultant des produits à obtenir en dehors de la matière ligneuse (résinage, pâturage, soutrage, etc); enfin d'un examen comparé des exploitations agricole et forestière.

La deuxième partie traite des taillis et de tout ce qui les concerne, de la régénération artificielle, des futaies régulières et jardinées, du furetage des hêtres; des " opérations „ forestières proprement dites : assiette des coupes, balivage, martelage et récolement.

Il y a, nous l'avons dit, beaucoup d'érudition dans ce volume, par suite beaucoup à apprendre en le lisant. Parfois un peu plus de clarté serait désirable. Par exemple, parler d'*importation* et d'*exportation* (pp. 39 et 40) pour indiquer la production ligneuse et le produit de l'exploitation, sans avertir du sens spécial qu'on entend attacher à ces mots, c'est un peu dérouter le lecteur. On pourrait citer d'autres exemples d'obscurités comparables et qu'il eût été facile d'éviter.

C. DE KIRWAN.

le pseudonyme de Sylvio, ne craint pas d'affirmer, parlant de la fameuse variété tardive, que " cette création naturelle, rapide, presque soudaine (il n'est déjà plus question de l'œuvre des siècles) d'une variété *qui demain sera peut-être une espèce* (!), éclaire d'un jour singulièrement vif la question des Origines " (1).

C'est aller un peu vite. Nous verrons en résumant les observations diverses faites en France tant sur des exemplaires du Chêne pédonculé, espèce commune, que sur des sujets de la forme tardive, que celle-ci, simple variété ou race, ne paraît nullement en passe de devenir ni " demain ", ni de si tôt, une espèce nouvelle.

Ces observations dues les unes à M. Gilardoni lui-même, d'autres à divers agents du service forestier, sont de trois ordres, portant respectivement sur le taux d'accroissement, sur la persistance de la tardiveté, sur la texture anatomique du tissu ligneux.

Le taux d'accroissement mesuré sur les mêmes sujets, tant pédonculés normaux que tardifs, pendant les cinq années consécutives : juin 1891 à mai 1895, a donné constamment un avantage variant de 1,63 à 1,27 p. c.

La persistance de la tardiveté fut observée au moyen de glands de Chêne pédonculé et de Chêne tardif expédiés à Nancy des environs de Dôle et semés dans le jardin de l'École, au printemps de 1897. Les plants des deux variétés levèrent simultanément et sans présenter de différences appréciables. Mais dès la seconde année, il en fut tout autrement. Au 27 avril 1898, tous les jeunes plants de l'espèce commune étaient couverts de bourgeons et de feuilles naissantes ; les jeunes plants de la variété n'avaient pas bougé. Au 4 mai, tandis que les premiers offraient une cime touffue de rameaux et de feuilles largement développés, les seconds ne paraissaient pas encore être entrés en végétation ; au 16 mai ils commençaient à peine à bourgeonner, mais au 26 juillet — les photogravures jointes aux *Notes complémentaires* en font foi — le développement de la végétation est le même sur les plants tardifs que sur les plants normaux : c'est dans le courant de juin qu'ils avaient pris leur essor (2).

(1) Sylvio dans la Rev. des E. et F., cité par M. Gilardoni.

(2) Un Belge, M. Scarsez de Locqueneuille, qui s'était procuré un hectolitre de glands de Chêne de juin pour repeupler un terrain sujet aux gelées tardives du printemps, a constaté que ses plants, en 1899 commençaient à peine à bourgeonner fin mai. Cf. *Notes complémentaires*, p. 13. -- C'est donc bien le caractère de cette variété de n'entrer en végétation qu'en juin.

Le volume actuel est partagé en six grandes divisions, précédées de *Préliminaires* comprenant une Introduction et deux chapitres, mélange de conjectures plus ou moins gratuites sur l'origine de l'humanité et sur celle des arbres; d'impressions que la vue des forêts vierges des régions équatoriales a produites sur les grands naturalistes ou explorateurs qui les ont parcourues; des éléments dont elles se composent; du culte des arbres chez les populations primitives ou chez les populations sauvages actuelles. L'auteur prétend tirer de là, par induction, la connaissance du culte primitif de l'humanité " d'où seraient sorties toutes les religions anciennes ". Une assez bonne description des climats équatoriaux termine ces " Préliminaires ".

Ils sont suivis de la première partie intitulée : *Origine de la forêt.* C'est dans la forêt tropicale actuelle, qu'il serait plus exact d'appeler équatoriale, que l'auteur voit le point de départ, sous l'action des " milieux cosmiques ", de la végétation forestière du monde entier. Il étudie avec un soin minutieux et une science approfondie la physiologie, ou mieux la biologie, de la forêt vierge et des innombrables essences et variétés qui la composent, sous l'influence des agents atmosphériques tels que chaleur, lumière, humidité, ouragans. Fortes dimensions des plantes sous ces actions portées à la plus haute intensité; architecture des arbres, constitution de leur enracinement; nature et rôle du feuillage sous l'empire de la sélection qui " a dû agir de manière à éliminer les individus les moins bien armés " au point de vue de la résistance à la dessiccation provoquée par les ardeurs du soleil. On voit que la théorie obligée de l'évolution, bien que toujours conjecturale, n'en reste pas moins la base sur laquelle l'auteur appuie tous ses exposés.

Le jeu de la formation, de l'épanouissement et de la reproduction périodique des bourgeons amène à la production des fleurs et des fruits, ceux-ci ayant dû être précieux aux hommes primitifs, comme aussi à ceux de nos jours qui parcourent ou habitent ces forêts. A cette occasion, une petite dissertation sur la grande place qu'occupaient les arbres " dans beaucoup de religions "; et, ce qui est beaucoup plus intéressant en la circonstance, la description et les usages alimentaires des principaux fruits de ces contrées, entre autres l'Ananas, plante principalement javanaise, la Pamplemousse *(Citrus decumana)*, le Mangostan *(Garcinia mangostana)*, les fruits des *Nephelium*

premières qui s'implantent et croissent sur d'autres plantes en vie, comme dans nos climats certaines mousses et certains lichens qui se fixent sur l'écorce des arbres sans la perforer ; les autres qui croissent sur des plantes mortes ou en décomposition ; entre celles-ci et celles-là les plantes *parasites* proprement dites.

Résumer ici les développements du savant maître de conférences sur l'épiphytisme en général et sur les conditions diverses dans lesquelles il s'exerce ; sur le parasitisme différant de l'épiphytisme. mais qui peut être épiphytoïde, lianoïde ou épirhizoïde, suivant que les parasites tireraient leur origine évolutive de plantes aériennes ou épiphytes et vivant sur les branches, de plantes terrestres (arbres, herbes ou lianes), ou enfin vivant sur les racines, nous entraînerait bien au delà des limites raisonnables d'un compte rendu. Il suffit de les signaler.

Nous en dirons autant du *saprophytisme*, cette condition de plantes qui, sous un couvert épais et privées de la dose de lumière normalement nécessaire à leur floraison et fructification, trouveraient dans un supplément de nourriture puisé, avec le concours de plantes associées, sur des végétaux en décomposition, ce que leur refuserait une lumière insuffisante et trouveraient ainsi le moyen de fleurir et de fructifier au sein d'une obscurité relative. L'auteur cite même un exemple analogue de symbiose donné par des fourmis qui, vivant comme commensales sur certains arbres ou plantes, les défendent contre les attaques de fourmis d'une autre espèce et qui, à la différence des premières, vivent aux dépens de ces mêmes plantes.

L'ouvrage se termine par une sixième partie sur l'*Influence de la mer*, comprenant trois chapitres dont un au moins est de trop.

Rien à objecter contre le chapitre concernant la *Mangrove*, c'est-à-dire cette flore particulière aux bords vaseux des mers représentée par la famille des Rhizoporés ou Palétuviers. Celui qui a pour objet la flore des îles mériterait à lui seul une analyse spéciale, en raison des rapprochements très heureux qu'il contient entre les représentants des règnes végétal et animal qu'on y rencontre d'une part et, d'autre part, les probabilités ou au moins les vraisemblances des mouvements géologiques que justifierait la composition actuelle de ces faunes et de ces flores.

Ce qui est, comme nous l'avons dit, de trop, c'est le dernier chapitre intitulé: *Le dernier cataclysme terrestre et la religion primitive de l'humanité*. L'auteur, en invoquant l'autorité du célèbre géologue autrichien Ed. Suess, pour faire du déluge le

dernier grand cataclysme géologique, montre qu'il n'a pas compris la pensée de ce savant, qui réduit ce cataclysme (à tort du reste, croyons-nous) à une simple inondation locale de la basse Mésopotamie. L'importance qu'il attache d'autre part à toutes les légendes diluviennes sans exception, prouve qu'il ignore les travaux de haute érudition de M. de Girard sur cette question. En conservant l'appellation d'*Izdubard* au héros du déluge chaldéen, il laisse soupçonner qu'il est resté étranger aux travaux des assyriologues qui, depuis bien des années déjà, ont abandonné cette lecture.

Enfin la préoccupation de trouver une origine des religions de l'humanité partout ailleurs que dans la tradition juive, semble indiquer un parti pris regrettable.

C. DE K.

IX

LA GOUTTE D'EAU, par PAUL BORY. Un vol. in-8° de 318 pages. — Abbeville, C. Paillart.

Ce volume fait partie de la collection dite *La Science pittoresque*, dont nous avons eu occasion déjà de signaler plusieurs ouvrages (1). Tous ne sont pas d'égale valeur. Cependant *La goutte d'eau* nous paraît pouvoir être comptée parmi les meilleurs. Le seul reproche qu'on pourrait lui faire, c'est l'insuffisance de son titre qui annonce beaucoup moins que ce que, en réalité, le livre contient.

Ainsi, dans une première partie qui a pour titre *La goutte d'eau dans la nature*, nous trouvons une étude très approfondie de la composition de l'eau, de toutes ses propriétés et qualités

(1) *Les métamorphoses d'un chiffon* et *Le sang de l'industrie*, du même auteur ; *Les ennemis de nos jardins*, par L. Laforest : *Histoire d'un brin de fil*, par Henri d'Ancy. REV. QUEST. SCIENT. d'octobre 1897, pp. 578 et suiv.

Scènes de la vie des insectes, par A. Acloque, et *L'Étincelle électrique*, par Paul Bory. IBID., janvier 1899, pp. 257 et suiv.

Fleurs et plantes, par A. Acloque ; *Les arts et l'industrie du verre*, par Henry d'Ancy. IBID., avril 1899, pp. 632 et suiv.

Nos forêts et leurs hôtes, par L. Laforest, et *Hist. d'un morceau de sucre*, par le Dr Helbé. IBID., juillet 1899, pp. 272 et suiv.

Le monde sous-marin, par A. Acloque. IBID., avril 1900, pp. 575 et suiv.

tant de l'ordre physique que de l'ordre chimique, de ses actions telluriques, météorologiques, sous terre, à la surface, dans l'atmosphère, etc.

L'Œuvre de la goutte d'eau, sujet de la seconde partie, nous donne un petit traité de géogénie et de physique du globe. On nous décrit les luttes titanesques du feu et de l'eau sur notre planète naissante, petit soleil à peine éteint ; le travail incessant de l'eau sur la croûte terrestre encore brûlante ; la sédimentation ; le développement graduel, sous l'action continue des eaux, de la superficie terrestre aux divers âges de la planète ; leurs envahissements et leurs retraits ; la dénudation par elles des vallées, la corrosion des montagnes ; les glaciers, leur description, leur histoire, leurs effets divers.

Une goutte d'eau peut se présenter avec deux qualités fort différentes : elle peut être douce ou salée. Douce, elle s'étale dans les lacs et dans les étangs et circule dans les fleuves, rivières et ruisseaux. Salée, elle remplit les profondeurs des mers et des océans et recouvre environ les trois quarts de la croûte solide du globe. La *goutte* d'eau douce nous initie à tout ce qui constitue le régime des cours d'eau ; à leur mode de progression ; à leur action tour à tour destructrice sur les versants inclinés, aux altitudes hautes et moyennes, édificatrice aux abords de la mer comme dans le fond des lacs ; à la vie au sein des eaux : description, avec figures à l'appui, de la flore et de la faune des eaux douces ; au rôle essentiel de l'eau dans toute végétation. Et voilà pour l'eau douce.

La *goutte* d'eau marine n'est pas le théâtre de moins de phénomènes. Moins corrosive pour les côtes que les torrents et les fleuves pour les berges, contrairement à ce qu'on pourrait croire, l'eau des mers opère aussi un travail de construction, élargissant certaines de ses rives, édifiant des îles et des continents. Échauffée, allégée, activée par les ardeurs du soleil, sur divers points des contrées tropicales, elle forme ses grands courants, véritables fleuves d'eau chaude entre des rives d'eau froide, dont le fameux Gulf-Stream nous est dans l'Atlantique, l'exemple le plus familier. Enfin, contrairement à l'opinion des poètes de l'antiquité traitant, sur la foi d'Homère, la mer d'*infertile*, chaque goutte d'eau marine fourmille d'êtres vivants, d'organismes de toute espèce : que ce soit à la surface, sur les hauts-fonds ou dans les profondeurs abyssales, c'est partout une exubérance de vie dont, à première vue, l'on ne saurait se faire une idée. Et si l'on se reporte aux origines de notre sphéroïde,

il est parfaitement exact de considérer l'océan comme le " berceau de la vie ".

Jusqu'ici l'auteur de *La goutte d'eau* n'a considéré les eaux qu'en elles-mêmes et quant à leur rôle dans la nature. Mais combinée avec l'action directrice de l'homme et aussi, fréquemment, avec ses efforts impuissants, l'eau nous offre bien d'autres aspects encore. Elle a un rôle social dont les anciennes palaffites nous donnent un lointain aperçu et que confirment, à toutes les époques, les relations des sociétés et des peuples au moyen de la batellerie sur les fleuves, ces routes qui marchent, des navires de toute forme et de tout tonnage, de la marine en un mot, sur les mers.

Hydraulicien, l'homme fait servir l'eau à ses desseins, l'emploie comme force et comme moteur, ou bien pour l'irrigation de ses prés, de ses champs, de ses jardins ; la fait couler en fleuves artificiels appelés canaux ; se défend contre ses corrosions et ses affouillements par des digues, des enrochements et des barrages, contre ses stagnations par le drainage, contre ses envahissements par dessèchement et colmatage.

L'eau est nécessaire à la vie. Son emploi pour l'alimentation publique, pour l'hygiène, en médecine soit à l'état ordinaire, soit thermale ou imprégnée de principes minéraux, soit, dans l'alimentation et l'industrie, à l'état de glace naturelle ou artificielle, est encore l'objet d'intéressants exposés.

Ce n'est pas tout. Il y a aussi les *produits* de l'eau : gros et petit gibier de mer et d'eau douce, toutes les espèces animales comestibles et les pêches et pêcheries qu'elles alimentent, et la récolte des éponges, des coraux, des huîtres perlières, et l'extraction du sel, et la culture des eaux par la piscifacture !

Tous ces produits de l'eau ne se recueillent point sans risques ni périls. Que de vies humaines englouties par ce Moloch qu'est la mer ! L'auteur en fait un tableau aussi émouvant que véridique en regard duquel il montre le dévouement des sauveteurs : dévouement poussé jusqu'à l'abnégation la plus absolue par ces braves gens qui, simples et croyants, pratiquent l'amour de l'humanité et du prochain à son degré le plus élevé, au mépris constant de leur vie, sans se douter qu'ils sont le plus souvent héroïques.

Avions-nous tort de dire, au début de cette analyse, que le titre du livre est insuffisant ? Tout ce qu'il nous expose et nous apprend ne pourrait jamais sortir d'une simple *Goutte d'eau*.

C. DE K.

X

L'État Indépendant du Congo : *Historique. Géographie physique. Ethnographie. Situation économique. Organisation politique*, par A. J. Wauters. Un vol. in-12 de XIII-527 pages avec 1 carte hors texte. — Bruxelles, Falk, 1899.

Il y a trois mois, nous présentions à cette place le premier essai scientifique de la géographie de l'État Indépendant du Congo. Le précis actuel l'emporte sur son aîné par l'information et par la compétence profonde de l'auteur pour tout ce qui touche à l'Afrique, et notamment au Congo. La première partie est historique; les quatre dernières sont consacrées à la géographie physique, à l'ethnographie, à la situation économique et à l'organisation politique du jeune État. Un court appendice (pp. 474-482), où est tracée l'histoire de la carte du Congo et de l'Afrique centrale, et une table très détaillée terminent le volume. Celui-ci sera en quelque sorte le *vade mecum* de tous ceux qu'intéresse la géographie congolaise ; mais si enthousiaste que nous soyons, nous croyons possibles diverses améliorations.

L'auteur a voulu " mettre à la disposition des professeurs et de la jeunesse des écoles un précis qui fournît une substance facilement assimilable ". Pense-t-il avoir atteint ce but ? Et tout d'abord la concision n'était-elle pas de mise ? Or, nous ne pensons pas qu'elle forme la qualité maîtresse de l'ouvrage. C'est ainsi, par exemple, qu'on eût pu remplacer par une simple analyse le texte complet ou partiel des documents de la première partie, et fondre l'appendice dans le chapitre de l'historique traitant de la découverte du Congo au xve siècle.

D'autre part, M. Wauters est-il d'avis que les notions relatives à la géologie et au climat et dont la rédaction a été confiée à deux spécialistes, sont absolument à la portée de la jeunesse des écoles ? Pour comprendre ces données, il faut déjà avoir pris un contact sérieux avec les sciences naturelles. Est-ce le cas pour nos écoliers et collégiens ? D'une façon générale, d'ailleurs, nous n'aimons pas les collaborateurs multiples. Ce système nuit souvent à l'unité du travail et donne lieu à des développements exagérés. Or ici nous nous trouvons devant quatre collaborateurs, dont trois au moins de réel mérite : un pour la géologie, un pour le climat, un pour les conditions sanitaires. Si nous laissons dans l'ombre le quatrième collaborateur de M. Wauters,

qui a rempli les fonctions de secrétaire, ce n'est pas que nous contestions son talent, mais nous ignorons la part qui lui revient dans la rédaction de l'ouvrage. Sans doute c'est par une sage mesure de prudence que l'auteur a fait appel à la science de MM. Cornet, Lancaster et Julien, mais n'eût-il pas été préférable de s'assimiler leur travail, pour en donner la quintessence dans le cours de l'ouvrage, et de placer leurs mémoires en appendice, pour autant qu'on jugeât cette publication nécessaire ?

En ce qui concerne la genèse du Congo, M. Wauters reproduit l'hypothèse qu'il a émise il y a quelques années dans le MOUVEMENT GÉOGRAPHIQUE ; la source du fleuve n'est point le *Malagarazi* (qui, parmi les branches principales du Congo, a son origine à la plus grande distance des rivages de l'Atlantique), ni le *Luapula* (dont le volume d'eau est plus considérable que celui du Lualaba), mais le *Lubudi*, qu'on avait coutume de considérer comme un affluent du Luapula. D'après l'auteur (p. 145), la géologie et la philosophie s'accordent à lui reconnaître ce rôle. On voit donc que la branche-mère est celle dont le cours entier est compris dans un même bassin géologique. Bien que ces notions ne cadrent guère avec celles qui ont généralement cours, et qu'elles obligeront les savants à modifier leurs idées au sujet de divers fleuves, tel le Rhin par exemple, il serait imprudent de les rejeter en principe. Mais d'autre part, avant de les accepter comme dogmes, ne faudra-t-il pas attendre que la conquête scientifique du pays soit définitivement assise ? Sans présumer en rien de l'état de la question, on ne peut pas oublier que les *phénomènes de capture* (cause de modifications oubliée par l'auteur, p. 139) sont fréquents dans la nature, et qu'on peut être porté à envisager comme source d'un fleuve, un des cours d'eau que celui-ci peut avoir captés.

Si l'on voulait s'attacher aux détails, l'on pourrait signaler l'un ou l'autre point encore : le peu de précision apporté dans l'indication des références ; mais il s'agit d'un précis, et dès lors la même rigueur n'est pas d'obligation ; le classement du Tanganyka comme le lac le plus profond du monde : ce rôle revient sans doute au Baïkal ; à propos de l'hypothèse Uellé-Ubangi, l'oubli qu'elle a été conçue, avant 1885, par les auteurs des cartes de la Bourse d'Anvers (p. 46) ; etc.

Nos critiques n'enlèvent rien à la valeur de l'ouvrage de M. Wauters et nous espérons voir bientôt une seconde édition, rectifiée, si l'auteur le juge indispensable, mais certainement complétée.

F. VAN ORTROY.

XI

LE MAROC ET LES INTÉRÊTS BELGES, par VICTOR COLLIN (Thèse présentée à l'École des Sciences politiques et sociales de l'Université de Louvain). Un vol. in-8° de 208 pages. — Louvain, Polleunis et Ceuterick, 1900.

L'auteur s'est donné pour but l'étude de la pénétration européenne au Maroc. Il note succinctement la géographie (pp. 5-19), l'histoire et la valeur économique du pays (pp. 20-75), et montre les efforts de diverses puissances européennes (Espagne, France, Allemagne, Angleterre, Belgique) pour conquérir un marché de grande importance (pp. 76-179).

Le travail se complète par la reproduction de quelques traités et par la bibliographie des ouvrages consultés (pp. 181-205).

La partie géographique de la thèse est fort sommaire. En quelques coups de crayon, M. Collin esquisse les montagnes du *Riff* et surtout de l'*Atlas*. C'est que " l'Atlas ne fournit pas seulement au Maroc son système artériel de fleuves et de torrents intermittents, qui en fécondent les campagnes. Ses sommets, dont quelques-uns sont couverts de neige, tempèrent au passage les vents brûlants qui viennent du désert et qui achèvent de s'attiédir au contact des brises de la Méditerranée et de l'Atlantique ". Quant à la superficie du pays et au nombre d'habitants, l'auteur accepte les estimations les plus larges ; il englobe dans le Maroc des territoires ne ressortissant à aucun gouvernement reconnu, mais qui sont le " champ de la conquête économique future " ; l'étendue du pays est portée de la sorte à 500 000 ou 600 000 kilomètres carrés, d'après les ouvrages français et anglais, à 812 332 kilomètres carrés d'après les travaux allemands.

La population, de son côté, échappe à tout recensement précis. Oscar Lenz accepte toutefois le chiffre de 8 à 9 millions d'habitants, sans compter le désert et le Touat (1) ; c'est une densité de 10 à 11 habitants par kilomètre carré. Les Maures appartiennent essentiellement à la race berbère ; ils forment quelques grandes tribus différant par les mœurs ou les traits généraux de la physionomie. Les juifs sont nombreux ; ils détiennent tout le commerce et ne sont pas aimés.

(1) On sait que le Touat vient d'être annexé à l'Algérie.

Après avoir résumé les événements qui se passèrent au Maroc depuis la plus haute antiquité jusqu'en 1899. M. Collin fait connaître brièvement l'organisation intérieure de l'empire (forme du gouvernement, ministres, organisation de la justice, travaux publics, instruction, budget, etc.).

Le pays a quatre capitales : *Tanger*, la capitale commerciale ; *Fez*, la capitale politique ; *Mequinez*, relié à Fez par une longue route, est le Versailles marocain ; *Marrakech* enfin, qui a pour port *Mogador*, est l'ancienne capitale ; le Sultan la visite rarement.

Le budget est des plus simples ; les revenus annuels sont de 12 500 000 francs ; le trésor de l'État et la cassette impériale ne font qu'un ; leur situation n'est pas mauvaise, car le Maroc n'a pas de dette publique ; mais cette situation est obtenue au détriment du malheureux paysan, qui, pressuré d'impôts, a renoncé à la culture de ses terres. Et voici la conséquence terrible : le blé se fait rare et la famine sévit. En 1878 elle a enlevé près du tiers de la population. A ce mal s'en ajoutent deux autres : l'esclavage et les horreurs de la justice marocaine. Nous eussions préféré moins de détails sur les atrocités commises sur certains malheureux, car on n'avait pas à exciter notre pitié.

Toute cette partie constitue l'introduction. Le travail proprement dit commence par l'étude du sol et du sous-sol. Comparé à la Tripolitaine, à la Tunisie et à l'Algérie, le Maroc, malgré l'infériorité de sa situation politique, et l'action plus néfaste qu'utile de son gouvernement, le Maroc, disons-nous, est encore, des quatre pays de l'Afrique mineure, celui que la nature a le mieux traité. Aussi " tout l'avenir du Maroc réside dans sa richesse économique, qui le désigne, bien plus que sa position stratégique, à la conquête européenne ". Cela est confirmé par un rapport établi en 1888 par le baron Whetnall, ancien ministre belge à Tanger : " De tous les marchés du monde, dit le rapport, ce pays est, proportionnellement à son étendue, à la fois un des plus riches et des plus importants. Au milieu de la crise actuelle de notre industrie, les centres commerciaux même de second ordre ne devraient pas être négligés. "

La région cultivable du Maroc, dont une petite partie seulement est exploitée, représente plus de 80 000 kilomètres carrés. Parmi les produits du sol figurent : le blé, l'orge, le maïs, le chanvre, de nombreux légumes, toutes les variétés méditerranéennes de fruits ; les forêts d'oliviers, l'arganier, dont chaque plant donne une dizaine de litres d'une huile à la fois alimen-

taire et industrielle ; la vigne, très abondante ; parmi les productions à développer, on peut ranger le henné, plante tinctoriale donnant un beau rouge ; l'alpha, la plante textile de l'Algérie, le tabac, la canne à sucre, le thé, le mûrier, base de la sériciculture, etc. Enfin une exploitation rationnelle devrait être faite des dernières forêts de l'Afrique mineure, et l'on ne devrait négliger ni l'apiculture ni l'élevage. Comme on le voit, c'est tout un programme.

Le sous-sol ne semble pas moins riche que le sol. L'Atlas renferme en abondance cuivre, étain, nickel, antimoine, plomb argentifère, quartz aurifère même. Mais le gouvernement chérifien se refuse à n'importe quelle concession minière. L'exploitation serait difficile d'ailleurs, car il n'y a pas de réseau de voies de communications faciles et rapides.

Toutes ces richesses excitent les convoitises européennes. L'auteur examine dès lors le rôle politique joué au Maroc par diverses puissances et évalue l'importance de leurs relations commerciales.

Voici d'abord l'Espagne. Elle a des droits historiques au Maroc, où elle occupe divers points de la côte atlantique et méditerranéenne. Mais peut-elle en conscience faire de la politique active à Tanger, alors qu'elle se trouve devant tant de difficultés intérieures, et surtout en face d'une situation économique et financière des plus précaires ? Le chiffre de ses affaires commerciales ne l'y autorise pas d'ailleurs. Bien que l'Espagne occupe le deuxième rang parmi les clients du Maghreb occidental, elle n'en a exporté en 1896 que pour 5 011 200 francs de marchandises : soit à peu près le quart des exportations marocaines, ou 22 166 655 francs. Les marchandises introduites au Maroc par l'Espagne ne peuvent pas entrer en ligne de compte : 280 900 francs ! en 1896 ; moins que la Suède, située à une distance autrement grande.

C'est surtout depuis 1844 que la France a des relations politiques avec le Maroc. Les Français demandent que la frontière soit portée jusqu'à la *Moulouya ;* quant aux oasis du désert, la question semble tranchée par la prise de possession du Touat par la France. Si au point de vue politique la France se fait écouter par le gouvernement chérifien, en revanche elle voit son commerce direct avec le Maroc diminuer de façon sensible. En 1892 les exportations vers le Maroc étaient encore de 12 877 465 francs, et les importations de ce pays vers la France de 6 954 250 francs. Ces chiffres tombent, en 1896, respectivement à 9 050 750 et 4 655 405 francs. Le recul est sérieux.

" L'Allemagne est la dernière venue dans le champ clos de la politique marocaine. Mais ce n'est ni la plus faible, ni la moins entreprenante. En peu d'années elle a su se faire au Maghreb une position assez solide pour obliger les puissances intéressées à traiter avec elle sur un pied d'égalité, de l'avenir du pays. „ Ce sont les exportateurs allemands qui ont obligé le gouvernement à prendre position dans la question marocaine. En 1896 l'Allemagne a acheté au Maroc pour 3 076 440 francs; et lui a cédé des marchandises pour une somme de 3 117 705 francs. Ce dernier chiffre ne représente pas uniquement des produits d'Outre-Rhin, car " l'Allemagne centralise, à son profit, une partie des expéditions belges et suisses, et la presque totatité des exportations autrichiennes. Sa position au Maroc est par conséquent moindre que ce qu'elle paraît „.

L'Angleterre a toujours exercé une grande influence à la Cour de Tanger. A cette influence politique correspondait un commerce très actif, confinant au monopole. La situation a changé par suite de la concurrence belge et allemande. D'après les statistiques consulaires anglaises, les exportations du Maroc en Angleterre étaient de £ 755 404 en 1892, et £ 218 309 en 1896, soit une perte de 13 500 000 francs ou 70 p. c., tandis que les importations au Maroc tombaient de £ 583 386 en 1892, à £ 489 864 en 1896, soit un recul de 2 500 000 francs. Dans ces chiffres figurent des produits (tel le pétrole) qui viennent des États-Unis, et sont dénationalisés à Gibraltar.

Le dernier pays dont s'occupe M. Collin est la Belgique. Il le fait longuement et montre le développement graduel de nos relations politiques et commerciales à partir de 1856. Était-il bien utile de donner l'analyse du traité du 4 janvier 1862, et de nous parler des taxes qui frappent les produits, de la visite au Maroc en 1897 de S. M. Léopold II et des commentaires dont elle fut l'objet dans la presse étrangère ?

A part la conclusion de traités de commerce, notre diplomatie n'a jamais eu de grand rôle à jouer au Maroc. Quant à nos relations commerciales, il faut distinguer. En 1897, les exportations vers la Belgique étaient quasi nulles ; 5275 francs seulement ! c'est que des firmes commerciales belges n'ont pas encore pris pied au Maghreb. En revanche, comme débouché pour nos produits, le Maroc a une réelle importance ; en 1896, les importations belges se chiffrent à 3 239 198 fr. (les sucres figurent pour 2 500 000 fr.), c'est-à-dire que nos exportations ont augmenté, tandis que celles de tous les autres pays importateurs.

même de la France, de l'Angleterre et de l'Allemagne, ont diminué.

A part quelques détails, le travail de M. Collin nous a donné jusqu'ici pleine satisfaction. Il n'en est plus de même lorsque l'auteur expose ses conclusions. Il y a, dit-il, une question marocaine; tôt ou tard une solution s'imposera. Quelle sera-t-elle? M. Collin propose de laisser la Belgique créer là un État indépendant, analogue à celui fondé sur les rives du Congo. Pour arriver à ce résultat, il faut que notre pays ait pris pied, politiquement parlant, sur un point quelconque de la côte marocaine. Ce point est tout indiqué. Ce sera le port d'Ifni (Santa Cruz de Mar Pequeña), qu'on achètera à l'Espagne.

Voilà incontestablement pour notre pays un beau rêve; mais comme tous les rêves, il a un côté faible : celui d'impliquer trop de circonstances irréalisables : acquiescement de l'Espagne; accord des puissances; etc., etc. Cette conclusion dépare singulièrement l'œuvre, qui garde néanmoins le grand mérite d'être une enquête consciencieuse faite sur place (1).

F. Van Ortroy.

XII

L'Année cartographique. *Supplément annuel à toutes les publications de Géographie et de Cartographie...* Huitième supplément. Trois feuilles in-f° doubles. — Paris, Hachette, 1898.

La feuille d'Asie compte cinq cartes: Itinéraires de M. P. Bons d'Anty, consul de France, au Yun-Nan méridional (1896-1897); — Ensemble des itinéraires de M. P. Bons d'Anty au Yun-Nan et en Barmanie (1896-1897); — Mandjourie d'après la carte publiée par le ministère des Finances russe en 1897 (intéressant document); — Itinéraires du Dr Sven Hedin en Asie centrale (1894-1897); — Tibet septentrional et région du Lob Nor. Itinéraires du Dr Sven Hedin (1894-1896).

A l'appui de ces cinq cartes, nous avons trois notices: M. Bons d'Anty a rédigé lui-même celle relative à ses itinéraires; ils ne sont pas tous inédits, mais ils coordonnent et complètent

(1) Dans une prochaine édition, M. Collin devra préciser davantage ses références.

généralement les levers des voyageurs précédents. La partie neuve de ce voyage se rapporte à des reconnaissances poussées au sud de Ssemao, dans le bassin du Mekong ; l'important tributaire de droite, le *Nam-ha*, le *Liéoucha* " qui charrie du sable, des Chinois, a été particulièrement étudié ; il a ses sources autour de Mongtsié, coule paisiblement sur les plateaux de Mongtsié et de Monghai, par 1300 mètres d'altitude environ; puis la rivière tombe torrentueusement, sur une très courte distance, d'une hauteur de plus de 500 mètres, et se traîne alors de nouveau lentement dans la grande plaine de Kienhong, pour confluer aux pieds de la ville de ce nom.

Un autre affluent important du Mékong (r. g.), dans ces parages, est le *Nambane* avec son tributaire le *Namken* ; sa vallée semble la meilleure voie de pénétration pour relier le Yun-Nan au Laos (Indo-Chine).

Les régions parcourues par M. Bons d'Anty, au sud de Ssemao, ont un aspect peu varié ; ce sont partout des montagnes mamelonnées, et des plaines d'alluvions se creusant par places au milieu de ces longues chaînes qui sont comme serrées les unes contre les autres et emprisonnent les cours d'eau dans des gorges abruptes et tortueuses.

Partout où l'homme n'a pas fait intervenir la hache, les forêts forment d'épais massifs, que les lianes rendent presque impénétrables.

Le rebord méridional du plateau de Ssemao marque en quelque sorte la limite du monde chinois. Au delà règne en effet une civilisation empruntée à l'Inde par l'intermédiaire de la Barmanie et du Siam, et qui n'a rien de commun avec celle des Célestes.

Après avoir signalé les produits du sol (riz, thé, opium, etc.) et tenté une classification ethnographique des peuples qui y sont établis, l'auteur de la notice montre l'organisation politique du pays, et les voies commerciales très fréquentées qui relient le Yun-Nan au Tonkin, au Siam et à la Barmanie. Ces voies sont des sentiers à peine frayés ; aucun travail n'a été entrepris pour en diminuer les difficultés ; à peine trouve-t-on quelques bacs sur les grands cours d'eau ; c'est dire que le mouvement des caravanes est complètement arrêté à la saison pluvieuse.

M. D. Aïtoff consacre une notice, toute bourrée de bonnes données cartographiques, à la carte de la Mandjourie. Cette carte, établie d'après 22 feuilles publiées par le dépôt topographique de l'État-Major russe, figure dans l'ouvrage : *Opiçaniié Man'tchjourii* (Description de la Mandjourie), rédigé à la chan-

cellerie du ministère des Finances russe sous la rédaction de M. Dmitri Pozdnéïeff (Saint-Pétersbourg, 1897).

Nous ne pouvons pas nous arrêter à l'excellent résumé, fait par M. Ch. Rabot, des six campagnes (1894 1897) du Dr Sven Hedin, en Asie centrale. Nous renvoyons nos lecteurs au bulletin de géographie de la REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES.

La notice de la carte d'Afrique est due à M. Marius Chesneau, Comme les années précédentes, il se borne à faire en quelque sorte la nomenclature des nombreuses expéditions qui ont eu le Continent noir pour objet, et fait fi des grands résultats qu'ont eus ces divers voyages. Signalons cependant une position de longitude (Toumodi 7° 24' O. de P.) et onze positions de latitude (entre autres Grand-Bassam, 5°12' et Toumodi 6°34' N.), relevées par M. Eysséric.

Nous nous réjouissons de n'avoir pas à exprimer pour les cartes accompagnant la feuille d'Afrique, les mêmes regrets que pour la notice. Ces cartes sont intéressantes ; elles sont au nombre de sept : Boucle du Niger, d'après les travaux les plus récents ; — Éthiopie méridionale et régions limitrophes ; — Éthiopie et pays limitrophes (carte politique) ; — Bassin du bas Kassaï, d'après les explorateurs belges ; — Le coude de l'Oubangui, d'après les explorations des officiers de l'État Indépendant du Congo ; — Côte de l'Ivoire. Itinéraire de M. Eysséric 1896-1897 ; — Région entre Ras-el-Mâ, Bassikaunou, Oualata (Sahara), d'après les travaux des officiers français, 1897.

La région andine comprise entre les 40e et 46e parallèles (question des limites chilo-argentines, 1897) ; — La Patagonie australe et la Terre de Feu, d'après les explorations du Dr O. Nordenskiöld ; — La région nord-ouest de la prov. de Québec (Canada), d'après les levés de Rob. Bell ; — L'Alaska central et la région du Klondike, d'après la carte de J.-B. Tyrrell : tels sont les divers documents qui forment la feuille d'Amérique. La notice a été rédigée par M. Victor Huot ; pour l'Alaska et la province de Québec, l'auteur ne donne que des détails sommaires ; mais pour les limites chilo-argentines, il est plus explicite ; il indique la position de la question, tant au point de vue historique qu'au point de vue des explorations. Le traité de 1881, confirmé en 1893, dit que " la ligne frontière sera marquée par les *sommets les plus élevés* des Cordillères qui *partagent les eaux*, et passera entre les versants qui s'inclinent de part et d'autre ". Or si, au sud des plateaux boliviens, la frontière orographique coïncide avec le faîte hydrographique, il n'en est plus de même à partir du 40° lat. S. environ. Il en résulte que la clause du traité chilo-argentin

est sans signification précise et sans valeur. Comme la ligne des plus hauts sommets est avantageuse pour l'Argentine et celle du partage des eaux pour le Chili, il a été impossible jusqu'à ce jour aux parties de se mettre d'accord. Ajoutons que M. O. Nordenskiöld a constaté, au cours de son voyage en Patagonie, que là aussi la ligne de partage des eaux se trouve reportée à l'est de la Cordillère centrale.

F. Van Ortroy.

XIII

La conservation de l'énergie et la liberté morale, par le P. M. De Munnynck, O. P. Un vol. in-12 de 59 pages. — Paris, Bloud et Barral, 1900.

La vulgarisation scientifique, quand elle est possible, est toujours difficile; la vulgarisation métaphysique est plus malaisée encore, du moins à en juger par la qualité ordinaire de ses produits. Le comble de l'impraticable, c'est d'introduire le lecteur non initié dans les questions mitoyennes, qui relèvent à la fois de la spéculation abstruse et des plus hautes parties de la science expérimentale. Aussi la surprise qui demeure en fermant ce court volume, c'est que l'auteur ait su y tenir, en moins de soixante petites pages, les redoutables engagements qu'il assume dans son titre. Il le fait excellemment, avec une compétence judicieuse et mesurée, et une fermeté de méthode qui inspirent partout une sécurité absolue. Son livre peut être compris, moyennant un peu d'attention, par tous les esprits accessibles à l'inspiration de le lire. Le P. De Munnynck s'attache à être clair par le procédé le plus sûr, qui est d'employer au moins le nécessaire du langage technique, en l'expliquant au fur et à mesure. Exemple à imiter par tous les vulgarisateurs qui préfèrent délayer leur pensée dans les circonlocutions d'une phraséologie languissante et décevante. L'auteur s'excuse (p. 32) d'avoir, par endroits, sacrifié encore un peu trop à cette méthode : question de mesure où il s'est jugé peut-être avec trop de sévérité. En tout cas, sa présente étude a prouvé qu'il est en possession de se faire entendre en langage aussi spécial qu'il lui plaira.

La marche du livre est des plus simples. Le P. De Munnynck commence par dresser en pleine lumière l'objection déterministe (pp. 12 et suiv.). Puis il indique rapidement le principe des solu-

tions qui ont été essayées, quelques-unes ici même, par le P. Carbonnelle, M. Boussinesq, M. de Saint-Venant, le P. Hahn, M. De Tilly, le P. Couailhac... Ces solutions, qui ne passent pas toutes sans certaines réserves, sont critiquées dans de courts exposés dont plus d'un est un petit chef-d'œuvre de précision lucide.

Partant des notions qu'il a déduites chemin faisant, l'auteur aborde ensuite sa thèse à lui (pp. 31 et suiv.). Nous n'en pouvons malheureusement donner qu'un très pâle résumé.

Le mouvement libre a son origine physiologique dans un élément nerveux qui est, à sa manière, un accumulateur d'énergie. Avant de chercher si un travail extérieur est nécessaire pour actualiser la part d'énergie latente qui est mise en liberté par le mouvement, ne serait-on pas bien avisé de porter son attention sur la cause qui maintient cette énergie à l'état potentiel ? Quoiqu'on paraisse y avoir assez peu songé, il en faut une : chimie et philosophie sont ici d'accord pour l'affirmer. " Si quelque chose est certain, c'est que la molécule n'est pas une simple juxtaposition d'atomes. Elle contient un facteur d'union, ou mieux encore elle est contenue par une réalité unitaire lui prêtant son individualité, que l'observation la plus banale fait soupçonner, et que les superbes travaux du professeur Louis Henry (1), de Louvain, ont surtout mise en lumière (p. 39). „ C'est à cette réalité qu'il faut demander comment la molécule *agit*, puisque c'est grâce à cette réalité que la molécule *est* : conception profonde qui est d'ores et déjà le vrai terrain d'entente, sur lequel la psychologie rationnelle et la biologie cellulaire se mettront d'accord dans la grave question du principe vital.

Or dans le composé humain, ce principe unitaire qui donne à chaque élément son être propre, sa nature spécifique, c'est l'âme. Ou bien l'homme n'est pas un être *un*, " ou bien il nous faut admettre que l'âme constitue le corps vivant, lui donne ses pouvoirs et son individualité, maintient son énergie potentielle au même titre qu'un principe d'unité maintient les atomes dans l'édifice moléculaire „ (pp. 49-50). D'autre part, si la force prohibante de l'énergie nerveuse n'est autre chose que l'âme elle-même, il suit à l'évidence que " par son côté matériel, l'acte volontaire n'est que l'action de l'âme sur elle-même, de l'âme comme principe d'activité libre sur l'âme comme *force prohibante* d'énergie chimique, ou, en langage scolastique, comme forme substantielle du corps humain „ (p. 50).

(1) Sur la solidarité fonctionnelle.

On ne contestera pas que cette solution si simple n'ait un haut degré de vraisemblance. Elle deviendra plus séduisante encore, lorsque son auteur l'aura poursuivie jusque dans le détail de ses conséquences et applications. Au point de vue philosophique, elle modifie dans une partie secondaire le système scolastique, où la volonté est assez généralement regardée comme une faculté distincte de la substance de l'âme et partant étrangère au rôle de forme substantielle, qui appartient tout entier à cette dernière. A tout prendre, c'est là plutôt une simplification.

Un autre détail appelle un supplément d'explications. Le concept péripatéticien de cause "*formelle*", auquel est suspendue toute l'ingénieuse explication du P. De Munnynck, est de ceux qui refusent parfois d'entrer, même dans de très bons esprits : il semblait donc opportun de l'élucider. Faute d'une définition explicite, plus d'un lecteur peut-être dénaturera la théorie en s'obstinant à considérer le rôle du principe unitaire de la molécule nerveuse (ou de la molécule en général) à la manière d'une *action* exercée par ce principe sur le siège des énergies qu'il maintient à l'état potentiel. L'illusion est d'autant plus à craindre, qu'il paraît assez naturel de considérer le rôle de la force prohibante comme l'inverse de la causalité qui rompt l'équilibre de la molécule. Or, cette causalité est une *action* et, qui plus est, une action qui atteint directement quelqu'un des éléments auxquels appartient l'énergie qui entre en jeu. Car il serait tout à fait invraisemblable de supposer que l'énergie actuelle qui amorce une réaction chimique, commence par détruire le principe unitaire de la molécule considérée, ou, éventuellement, le *facteur interposé* (p. 41), par lequel ce principe exerce sa causalité.

Cette objection, j'ai hâte de l'ajouter, est un pur sophisme. Je crois néanmoins qu'elle viendra à plus d'un lecteur et l'empêchera d'entrer avec une entière aisance dans les idées du P. De Munnynck. Elle se compliquera d'une dernière difficulté qu'il vaut mieux peut-être avouer spontanément, car elle est essentielle à toute théorie psycho-physiologique du libre arbitre. Si l'on admet que la mise en liberté de l'énergie moléculaire est due à la suppression ou à une altération du principe qui donne à la molécule son unité, partant son être propre, encore est-il vrai que cette suppression ou altération, qu'elle soit ou non précédée de phénomènes intermédiaires, est due, dans toutes les réactions connues, à l'énergie actuelle d'un agent matériel extérieur. Or cette *force décrochante*, sensible et mesurable,

est, par définition, absente du changement survenu dans la causalité formelle exercée par l'âme au point d'origine du mouvement volontaire. Par là le mouvement libre *déroge à l'analogie de tous les modes connus d'actualisation de l'énergie potentielle.*

Nous n'y voyons pas, quant à nous, l'ombre d'un inconvénient. Nous faisons seulement observer que cette constatation à laquelle les combinaisons les plus ingénieuses se trouveront acculées, condamne en principe tout système qui s'inspire *exclusivement* du dessein préconçu de ramener le mouvement libre aux conditions ordinaires des actions matérielles. Elle met de plus en défiance contre ceux qui, reconnaissant l'impossibilité de pousser l'assimilation jusqu'au bout, préjugent cependant *à priori*, d'après ce même postulat, la nature et la place des exceptions qu'ils renoncent à éliminer. Aussi est-il permis de penser que la cause du déterminisme est, sur un point, plus mauvaise encore que ne l'a faite le R. P. De Munnynck, et que la réponse jadis proposée par le P. Carbonnelle ne devrait pas être écartée par la question préalable. Supposez que le principe de la conservation de l'énergie soit démontré, au sens le plus rigoureux, pour l'ensemble de l'univers matériel ; il ne l'est pas encore, en bonne logique, pour un ordre d'actions caractérisées par des propriétés absolument singulières, et dont la singularité porte tout juste sur un point par où elles cessent d'être assimilables à aucun autre mode de libération de l'énergie. Quand on croit fermement au libre arbitre, on doit avoir, ce semble, peu de penchant à enjamber cette conséquence. J'accorde que cette réponse n'est pas la plus persuasive, ni surtout la plus efficace contre un déterministe de demi-bonne foi. Mais, comme dit excellemment le P. De Munnynck, " le véritable mécanisme de l'acte libre est une question bien distincte de l'examen purement dialectique de l'argument déterministe " (p. 32), oui, certes ! et aussi des exigences de la polémique antidéterministe. On peut conjecturer que très peu de nos adversaires à qui l'on opposera cette théorie, se priveront de crier bien haut qu'elle élude la difficulté ; mais elle n'est pas démontrée fausse pour autant. Qu'ils nous barrent le passage par un bon argument. Jusque-là, le chemin est libre, et la méthode scientifique elle-même nous commande d'aller voir si la vérité n'est pas au bout, dût cette exploration être accusée de masquer une reculade. C'est le métier qui veut cela, et *honni soit qui mal y pense !*

Est-ce à dire qu'une création d'énergie par le vouloir libre nous paraisse, même au point de vue philosophique, une hypo-

thèse plus vraisemblable que l'explication du P. De Munnynck? Bien loin de là. Le système du savant auteur part d'une vue plus profonde des choses et se rattache à un ordre de principes qui peuvent seuls faire la lumière dans l'étude de la vie et de ses manifestations primordiales. Elle éveille instinctivement la conclusion que c'est dans ce sens qu'il faut désormais chercher. Aucun des doutes que nous avons émis ne la touche dans un élément essentiel. Aucun n'est non plus insoluble. Nous aurons sans doute sous peu le plaisir d'apprendre à nos lecteurs comment le P. De Munnynck y a répondu, à moins qu'il ne veuille les en informer lui-même. .L .S

XIV

MANUEL SOCIAL. LA LÉGISLATION ET LES ŒUVRES EN BELGIQUE, par A. VERMEERSCH, S. J., avec une préface de M. GÉRARD COOREMAN. Un fort vol. in-8° de 677 pages. — Louvain, A. Uystpruyst, 1900. Prix : 5 francs.

Dans l'étude des questions sociales il y a bien des écueils à éviter.

En premier lieu, les personnes à prétentions sociologiques se représentent assez fréquemment la question sociale sous la forme d'un problème unique né, en même temps que la grande industrie, vers la fin du siècle dernier. De ce problème il faut trouver la clef. Dès qu'elle sera trouvée, le monde respirera. Tant qu'elle ne le sera pas, la paix sociale ne sera qu'un mythe. — Par le soin que met le R. P. Vermeersch à nous détailler d'une manière précise et aussi complète que possible la masse de questions dont se compose le problème et à faire ressortir le caractère complexe de chacune d'entre elles, il fournit une réponse péremptoire à cette première erreur.

Il y a un second écueil. Les hommes de bonne volonté (les jeunes gens surtout) qui désirent étudier les questions économiques ne manquent jamais de lire consciencieusement tous les livres de doctrine : Adam Smith, Jean-Baptiste Say, Ricardo, Karl Marx et bien d'autres. Cette étude, utile à certains points de vue, leur farcit le cerveau de toutes sortes de principes et de prétendus axiomes. D'où l'apriorisme, l'esprit de tendance et l'ignorance des réalités. " Périsse le monde plutôt qu'un principe!... "

Le but de l'*économie politique historique* en Allemagne a été

précisément de réagir contre cet état de choses, de réduire la part faite dans l'enseignement aux disputes d'école et à l'examen des *lois économiques* et d'apprendre avant tout aux jeunes gens à connaître parfaitement les institutions de leur pays, les causes qui les ont engendrées et les réformes qu'il y aurait lieu d'y introduire. C'est l'enseignement des faits se substituant à l'enseignement des systèmes toujours plus ou moins contestables. Le livre du P. Vermeersch — et c'est un de ses grands mérites — est un livre de faits, impartial et objectif.

Un troisième écueil est assez particulier à notre pays et — chose grave — se présente surtout pour les esprits curieux, intelligents et avides de science. C'est la manie d'aborder l'étude des solutions données aux problèmes sociaux par les pays étrangers avant d'avoir songé le moins du monde à rechercher au préalable ce que l'on a cru devoir faire en Belgique. Nous avons rencontré de jeunes Belges, très au courant des choses de l'Allemagne et de l'Angleterre, qui ignoraient absolument la différence entre nos Conseils de Prud'hommes et nos Conseils de l'Industrie et du Travail. — En nous traçant un tableau méthodique des institutions sociales et des œuvres sociales en Belgique, le P. Vermeersch aura pour bien des personnes comblé une regrettable lacune.

Institutions officielles et lois sociales, d'une part, — *œuvres sociales*, d'autre part : telle est la division du *Manuel*.

Les organismes officiels dont il est question dans la première partie, sont *les Ministères de l'Agriculture et du Travail, les Conseils de Prud'hommes, les Conseils de l'Industrie et du Travail, le Conseil supérieur du Travail, les Comices agricoles et le Conseil supérieur de l'Agriculture, le Conseil supérieur d'hygiène, la Caisse générale d'épargne et de retraite, les Comités de patronage, la Commission permanente des sociétés mutualistes, les Services d'inspection et les Commissions d'enquête.*

Les lois sociales analysées par l'auteur sont toutes *celles relatives à la protection personnelle du travailleur* (protection des enfants forains, travail des femmes et des enfants, etc.), *celles relatives à sa situation économique* (lois qui favorisent le gain, indemnités et secours...), *celles relatives à sa situation sociale* (suppression du livret et de l'art. 1781 du Code civil, règlements d'atelier, liberté du travail, relèvement social). Ce sont enfin les *lois sur le contrat de travail, sur l'épargne de la femme mariée et du mineur et sur la réparation des accidents du travail.*

Nous ne pouvons naturellement pas songer à entrer dans l'examen des différents chapitres, dont chacun forme une brève,

mais substantielle monographie sur la matière traitée. Le procédé de l'auteur est invariablement le même. Un premier paragraphe explique les origines de l'organisme ou de la loi en question; les paragraphes suivants en décrivent le mécanisme, et l'étude se termine par l'énumération et la critique des réformes projetées ou possibles. Il serait difficile, croyons-nous, d'unir à une connaissance plus approfondie de son sujet une plus grande clarté d'exposition et une méthode de discussion plus rationnelle.

Dans la seconde partie, où le P. Vermeersch passe en revue les différentes œuvres sociales, celles-ci sont rattachées à sept types principaux : A. *Œuvres en vue de l'éducation sociale* (enseignement supérieur et moyen, enseignement technique, congrès, cercles d'études, conférences, presse); B. *Institutions patronales* (économats, cuisines, caisses de prévoyance et de secours, etc...); C. *Associations économiques* (coopération, mutualité); D. *Unions professionnelles et Cercles ouvriers* (syndicats professionnels, associations professionnelles, cercles ouvriers); E. *Œuvres en vue du logement de l'ouvrier* (habitations ouvrières, hôtels ouvriers); F. *Œuvres en vue de l'assistance par le travail* (le coin de terre, assistance en cas de chômage); G. *Œuvres de moralisation* (œuvres de première communion et de mariage, antialcoolisme, repos du dimanche, patronages, œuvre des retraites fermées).

Ici encore c'est avec beaucoup de méthode et avec une entière impartialité que procède le P. Vermeersch. La plupart du temps il se contente de mettre en lumière l'organisation des différentes œuvres, le but poursuivi, la mesure dans laquelle ce but a été atteint, les récriminations formulées et les desiderata exprimés. Quand il se permet, à la suite de son exposé, de développer une opinion personnelle, ce n'est jamais qu'à bon escient et en s'appuyant fermement sur des données expérimentales. Et c'est ainsi qu'à aucune des pages du livre ne s'étale ce défaut, si difficile à éviter dans un Manuel pratique : la banalité.

Nous ne voulons pas finir ce compte rendu sans appeler l'attention des lecteurs sur la bibliographie très complète qui précède chacun des chapitres.

En résumé, le livre du R. P. Vermeersch est un bon et beau livre. Comme le dit M. Cooreman à la fin de la préface, « il justifie pleinement son titre de *Manuel social* : il devrait être aux mains de quiconque a l'intelligence des nécessités du temps actuel et le désir de coopérer au rapprochement des classes ».

GEORGES VANDEN BOSSCHE.

REVUE

DES RECUEILS PÉRIODIQUES

BIOLOGIE

LES PHÉNOMÈNES DE LA PONTE CHEZ LES BATRACIENS

Les Batraciens sont avec les Arthropodes les animaux dont les cellules sont les plus belles, et comme ils constituent un matériel d'étude qu'on peut toujours avoir sous la main et qu'on peut conserver longtemps en captivité dans les aquariums, ils ont servi plus que tous les autres animaux à l'étude de la cellule.

Les cellules sexuelles mâles ont surtout été l'objet d'études nombreuses, et l'on peut dire sans être contredit que l'étude de la constitution de leurs éléments a servi de type à celle qu'on a faite du même objet chez les autres animaux. Jusque dans ces derniers temps, les œufs avaient été délaissés en raison de leur volume et de la difficulté qu'il y avait à les préparer.

Quelques observateurs avaient néanmoins fait quelques tentatives louables, mais bien incomplètes; on ignorait presque entièrement les phénomènes de maturation et surtout les deux divisions réductionnelles qui correspondent à celles des cellules testiculaires. Ces dernières sont bien connues chez la Salamandre. Elles ont tout d'abord servi comme objet classique pour l'étude de la cytodiérèse et Flemming leur doit certainement sa réputation de cytologiste. Dans ces dernières années, les études des cellules sexuelles ont pris une expansion aussi remarquable qu'inattendue. En vue de résoudre les grands problèmes qui s'attachent à la question de l'hérédité, on a fait l'étude parallèle

des éléments sexuels dans quelques espèces animales; mais jamais jusqu'à ce jour cette étude n'a pu être complète pour une même espèce. On a observé et on connaît parfaitement certains phénomènes; ceux qui les suivent immédiatement sont inconnus ou incomplètement observés; bref, on ne connaît pas, chez aucune espèce animale, l'histoire des éléments sexuels d'une manière complète. Nous entendons par *complète* leur histoire pendant les quatre périodes de leur vie : multiplication, accroissement, réduction et maturation, fécondation.

Celle des éléments testiculaires est faite d'une manière presque complète pour quelques Batraciens; il n'en est pas de même pour l'œuf qu'on avait laissé complètement de côté. Or, nous avons la conviction que c'est en étudiant les Batraciens qu'on arrivera le plus vite à établir le cycle complet de l'histoire des produits sexuels; parce que c'est chez eux que les chromosomes sont le plus volumineux. Les phénomènes de la maturation ont surtout intrigué et arrêté longtemps les chercheurs: mais leur achèvement étant extrêmement rapide, leur observation était d'autant plus difficile.

Dès la fin du siècle dernier, tous les grands naturalistes, Spollanzani, Rusconi, Newport, Swammerdam, etc., avaient fait de l'œuf de grenouille une étude approfondie; ils avaient constaté la présence d'une vésicule germinative et sa brusque disparition au moment de la fécondation. Un grand nombre d'auteurs essayèrent mais en vain d'assister aux diverses péripéties du phénomène, ils ne purent que constater son achèvement.

Nous nous sommes, pendant ces dix dernières années, constamment occupés de l'histoire des Batraciens et nous avons été assez heureux pour y découvrir une foule de phénomènes curieux complètement inconnus. Nous avons fait pendant ce temps, tandis que nous étions occupés de la chasse de ces animaux, un grand nombre d'observations intéressantes sur les mœurs et la ponte. Nous avons l'intention de les faire connaître dans le présent article d'une manière succincte, et nous renverrons le lecteur pour de plus amples détails aux mémoires que nous avons publiés dans La Cellule (1).

Nous voudrions de plus faire œuvre utile, rassembler toutes les données qu'on possède sur les phénomènes externes et internes qui précèdent la fécondation et exposer les méthodes

(1) Voir, à la fin, la *Bibliographie*. C'est aux mémoires qui y sont renseignés que renvoient les notes de cet article.

le recherches pour obtenir rapidement un précieux matériel de ravail. Ceux-là seuls qui ont déjà poursuivi les phénomènes de a fécondation, comprendront quelle importance pareilles données peuvent acquérir dans ce genre de recherches. Pour comprendre quelles difficultés il faut vaincre et quelle assiduité l'observation il faut déployer pour les surprendre, il suffira de savoir que ces phénomènes se déroulent une fois l'an et qu'ils durent à peine quelques heures.

Tous les phénomènes qui se passent dans l'œuf étant contemporains, souvent même sous la dépendance de ceux qui s'accomplissent dans les organes génitaux annexes, la connaissance d'un petit détail acquiert parfois une importance capitale et donne l'explication de choses qui resteraient des énigmes. Aussi sommes-nous convaincus que ceux qui plus tard reprendront nos recherches sur l'œuf, trouveront dans le présent article un grand nombre d'indications précieuses.

Nous allons donc en conséquence passer en revue les espèces suivantes : *Rana temporaria, Bufo vulgaris, Bombinator igneus, Alytes obstetricans, Triton cristatus, alpestris, taeniatus, Salamandra maculosa.* Nous étudierons leurs mœurs, leur habitat; nous suivrons ensuite les phénomènes qui s'accomplissent à l'intérieur de l'œuf au moment de la maturation; nous le verrons tomber de l'ovaire, traverser le péritoine, l'oviducte, pour être enfin expulsé puis fécondé.

Rana temporaria. — La Grenouille rousse vit pendant la plus grande partie de l'année hors de l'eau, dans les prairies, les endroits humides; elle s'aventure souvent très loin des eaux en pleins champs cultivés. Elle est omnivore, mais de préférence carnivore. Elle recherche surtout les insectes, les larves de toute sorte, les vers de terre, les petits mammifères. Nous avons souvent trouvé des souris et des campagnols dans l'estomac des grenouilles. Elles vivent presque toujours isolées, ou en très petit nombre. Elles se rassemblent à la fin de l'automne pour hiverner. Elles s'enfouissent dans la vase, et toutes celles qui appartiennent à un même habitat se rassemblent à cet effet dans le coin d'une mare ou d'un étang, où elles sommeillent pendant tout l'hiver ramassées les unes sur les autres.

Quand arrivent les premiers beaux jours et les premières chaleurs du printemps, vers la fin de mars ou le commencement d'avril, elles sortent toutes le même jour de leur retraite hivernale et s'accouplent aussitôt. Les mâles saisissent les femelles

sous les aisselles en se plaçant sur leur dos. Elles restent dan cet état un laps de temps qui varie de 12 à 18 heures: aprè quoi la ponte s'opère et elles déposent leur frai en grands ama qui s'agglutinent les uns aux autres pour ne former le plus sou vent qu'un énorme paquet.

Demandons-nous maintenant ce qui se passe à l'intérieur d corps de la femelle pendant la durée d'accouplement.

Nous examinerons successivement dans les espèces précitée les phénomènes qui se déroulent : 1° dans l'œuf, 2° dans l'ovair 3° dans le péritoine, 4° dans l'oviducte.

Œuf. — Au moment même de l'accouplement l'œuf est encor contenu dans l'ovaire. Il est constitué comme toute cellule, renferme donc un noyau ou vésicule germinative, un protoplasm et une membrane cellulaire.

La vésicule germinative contient un grand nombre de nucl oles et une infinité de granules qui remplissent le caryoplasm

D'abord situé au centre de l'œuf ce noyau est devenu exce trique avec l'âge, et il a fait une ascension lente vers un d pôles de l'œuf. Le protoplasme est abondant et gorgé de cor figurés; ce sont des enclaves vitellines ayant la forme de plaqu et de cuboïdes. Ces formations se sont accumulées au pôle l'œuf opposé à celui qui contient le noyau. Le pôle où se trou le noyau est rempli de granules noirs de pigment, qui so situés sur les mailles du réseau. Tous les phénomènes vitaux la cellule-œuf s'accomplissent dans cette région; c'est pourqu on l'a appelé pôle animal ou formatif, tandis que le pôle oppo s'appelle pôle végétatif, vitellus nutritif parce que c'est lui q fournit les substances vitellines dont doit se nourrir l'embryo

Le pigment, dense au pôle supérieur, va en diminuant p à peu jusque dans l'hémisphère inférieur de l'œuf, qui est blan Au fur et à mesure que l'œuf approche de la maturité, le pi ment quitte complètement l'hémisphère inférieur et se locali entièrement dans le supérieur, tout en se démarquant à l'équ teur par une ligne très nette. Le pôle supérieur se fonce couleur, tandis que l'inférieur s'éclaircit et devient blanc. C mouvements du pigment se constatent facilement à l'œil nu s l'œuf entier. Voyons maintenant ce qui s'y passe en nous aida du microscope et des coupes microtomiques.

Quand on examine des coupes axiales passant d'un pôle l'œuf à l'autre, on constate que le pigment est localisé en u couche corticale dense, de peu d'épaisseur, tout le long de membrane ovulaire. Mais quand le moment de la maturation

roche, le pigment gagne les parties plus centrales jusqu'à ntourer complètement la vésicule germinative; il forme ainsi ne traînée noirâtre partant du pôle supérieur sur l'étendue 'un arc de cercle de 100 à 120 degrés, qui embrasse le noyau t se termine en angle aigu au centre de l'œuf (1). Pendant ce emps la vésicule germinative est le siège de phénomènes apides excessivement intéressants que nous allons résumer. es nucléoles qui y sont contenus, malgré leur nombre (1500 . 1600), représentent tout l'élément nucléinien de la cellule-œuf. Quand la période de maturation ovarique est proche, on les voit e rassembler dans des endroits où on ne les aperçoit jamais, ur les côtés du noyau très souvent. Là ils s'accolent les uns ux autres, se fusionnent entre eux et forment bientôt des nasses volumineuses d'aspect spumeux. Une dizaine seulement le ceux qui ne se fusionnent pas échappent au sort des autres; ls se trouvent dans une aire protoplasmatique spéciale du noyau, où ils subiront des modifications importantes sur lesquelles nous reviendrons tout à l'heure. L'immense majorité est destinée à disparaître et à être absorbée par l'œuf. Bientôt en effet la membrane nucléaire qui avait subsisté pendant toute la vie de l'œuf, disparaît tout à coup sur la face interne du noyau, et par une large ouverture qui atteint rapidement la largeur du diamètre du noyau, le caryoplasme fait irruption dans le cytoplasme et se mélange intimement avec lui. Les boules et les masses irrégulières résultant de la fusion des nucléoles tombent alors dans l'hémisphère inférieur de l'œuf au milieu des enclaves vitellines où elles ne tardent pas à être digérées et à disparaître (2).

Au fur et à mesure que le mélange du caryoplasme avec le cytoplasme s'opère, l'aire spéciale, dans laquelle les nucléoles destinés à fournir les chromosomes se sont rassemblés, et que nous avons appelée *plage fusoriale*, monte peu à peu vers le pôle supérieur de l'œuf. Pendant cette ascension, une figure cinétique s'y ordonne, comprenant les nucléoles prédestinés, comme chromosomes et le reticulum plasmatique de l'aire fusoriale, comme fuseau (3). C'est la première figure polaire. Cette première figure a pour but de diviser les 10 ou 12 batonnets de nucléine en deux parties égales, dont une moitié est

(1) V. Planche V, fig. 18 et 19.
(2) V. Planche VII, fig. 30, 31 et 32.
(3) V. Planche V, fig. 21-27.

expulsée sous la forme du premier globule polaire. La moitié restante dans l'œuf s'arrange aussitôt sur un second fuseau identique au premier et les bâtonnets qui y sont disposés s'y divisent de nouveau en deux parties, dont l'une sera expulsée avec le second globule polaire et l'autre restera à l'intérieur de l'œuf.

De cette manière donc les 2/4 de la nucléine sont expulsés avec le premier globule polaire, le troisième quart avec le second globule, et le quatrième quart reste dans l'œuf pour constituer le pronucleus femelle.

Tous les phénomènes que nous venons de mentionner durent à peine un demi-jour ; ils débutent dans l'ovaire, par la fusion des nucléoles destinés à disparaître, et par l'apparition de la plage fusoriale. Puis l'œuf tombe dans le péritoine, la membrane du noyau disparaît peu à peu et la plage fusoriale s'élève jusqu'à contre la membrane. Le premier fuseau s'organise pendant ce temps, et le premier globule polaire est expulsé dans la portion supérieure de l'oviducte. La seconde figure polaire s'organise immédiatement après, pendant le passage de l'œuf de l'oviducte et le second globule polaire est expulsé quelques instants avant la ponte.

Ovaire. — Les ovaires de la grenouille sont deux masses irrégulières fixées à la paroi dorsale du péritoine au devant des reins. Leur aspect varie suivant l'âge de l'individu et l'époque de l'année. Chez les très jeunes individus ils sont si petits et si transparents qu'on les découvre à peine sous forme d'une mince languette. Ils s'accroissent rapidement et prennent un aspect jaune grisâtre qui se fonce de plus en plus.

Peu à peu on voit apparaître de petits points noirs, ce sont les œufs de la première ponte qui commencent à se pigmenter. Ils s'accroissent ainsi pendant deux ans et au printemps de la troisième année, les ovaires sont devenus tellement volumineux qu'ils recouvrent tous les autres organes ; et ils remplissent à ce point la cavité abdominale qu'on peut aisément distinguer les femelles des mâles à l'inspection seule de l'abdomen. Quand on ouvre une grenouille femelle avant la ponte, ils apparaissent comme deux masses volumineuses en apparence solides et compactes. L'ovaire des Batraciens n'est cependant pas massif comme celui des mammifères, c'est plutôt une vessie pluriloculaire à parois minces. C'est dans cette paroi conjonctive que les œufs se développent et c'est elle aussi qui constitue les follicules dans lesquels ils sont contenus. On peut facilement démontrer la

nature vésiculaire de l'ovaire en y insufflant de l'air au moyen d'un tube de verre très effilé, dont on enfonce la pointe à travers la paroi. En procédant avec une délicatesse suffisante, on peut retirer le tube sans que l'air s'échappe par l'ouverture. En insufflant en plusieurs endroits de l'ovaire, on parvient facilement à mettre en évidence 6 à 7 loges contiguës, mais ne communiquant pas entre elles. La dilatation fait disparaître les replis nombreux qu'on apercevait d'abord à sa surface; mais il en subsiste toujours 5 à 6 qui s'étendent dans toute la largeur de l'organe. A l'époque de la ponte les œufs sortent de l'ovaire en brisant la paroi du follicule ovarique du côté du péritoine, et non celle du côté de la cavité ovarique qui est entièrement close (1).

La chute directe des œufs, de l'ovaire dans le péritoine est admise et connue depuis longtemps ; mais elle a été observée par bien peu de naturalistes, nous avons tenu à la constater *de visu*.

Cette observation si simple en apparence n'est pas aisée chez la grenouille. Le phénomène s'accomplissant une fois l'an seulement, au printemps, il faut saisir le moment de l'accouplement, ce qui n'est pas toujours facile. Mais cela ne suffit pas, car comme l'accouplement dure longtemps et que la déhiscence des œufs est très rapide, il faut toujours sacrifier un grand nombre d'individus avant de surprendre les œufs dans le péritoine. Ou bien on les tue trop tôt et les œufs sont encore dans l'ovaire, ou bien on les tue trop tard et les œufs ont déjà traversé le péritoine et l'oviducte. Nous en avons conclu que le passage des œufs à travers le péritoine est de courte durée et que leur cheminement est rapide.

Nous pouvons même dire d'une manière plus précise, combien de temps dure le passage des œufs depuis l'ovaire jusqu'à la poche inférieure de l'oviducte. Nous avions un jour reçu une grande quantité de grenouilles accouplées et capturées du matin ; nous en ouvrîmes aussitôt un nombre considérable, sans constater une seule fois la présence des œufs dans le péritoine. Deux heures après un grand nombre furent de nouveau sacrifiées, mais cette fois, tous les œufs avaient traversé le péritoine et l'oviducte et s'étaient accumulés dans l'utérus (2). Sur plus de 100 couples, pas une femelle ne les contenait encore dans le péritoine. Cette observation démontre que l'accouplement se produit beaucoup avant le moment de la ponte, et même beaucoup

(1) I. Planche I, fig. 1.
(2) I. Planche I, fig. 3.

avant la déhiscence des œufs, et de plus que le passage des œufs depuis l'ovaire jusque dans l'utérus dure moins de deux heures.

Nous avons cherché à constater si le mâle pendant l'accouplement prolongé a une action quelconque sur la déhiscence ovarique. Nous n'avons pas réussi à obtenir une preuve péremptoire de cette intervention, mais toutes nos observations en laissent subsister la possibilité. Nous savons que l'accouplement précède la ponte de 24 à 48 heures ; nous savons aussi que l'intervention du mâle n'est pas nécessaire ; nous avons en effet trouvé plusieurs fois les œufs tombés de l'ovaire chez des grenouilles non accouplées. Depuis nos premières observations, Nussbaum a institué une série d'expériences pour démontrer que la femelle peut suffire à cette tâche et il en a conclu que la ponte de l'œuf était un acte exclusivement maternel, sur lequel le mâle ne peut exercer aucune influence. Nous ne pouvons partager entièrement cette manière de voir, car du fait que la femelle peut accomplir tous ces phénomènes sans l'intervention du mâle, il ne s'ensuit aucunement que celui-ci n'exerce aucune influence sur le mécanisme de la déhiscence. Il saisit, en effet, la femelle sous les aisselles et provoque une compression très forte sur tous les gros troncs veineux qui partent de l'ovaire; il en résulte certainement une stase sanguine dans la circulation abdominale. Quand on ouvre l'abdomen d'une femelle accouplée, tous les grands vaisseaux qui sortent de l'ovaire sont gorgés de sang, et nous croyons quant à nous que l'élévation de la pression dans les veines et leur dilatation ont pour effet d'étirer les parois folliculaires et de les faire éclater du côté le moins résistant, c'est-à-dire vers le péritoine. Cette conséquence de la stase veineuse si évidente chez les animaux à ovaire massif, chez les mammifères par exemple, l'est encore bien plus, nous semble-il, chez les Batraciens où l'ovaire est membraneux et le follicule moins résistant. Le fait que la déhiscence est générale, c'est-à-dire que tous les œufs mûrs tombent de l'ovaire à peu près en même temps, plaide encore en faveur de la stase sanguine.

Chez les autres Batraciens qui ne s'accouplent pas, les œufs tombent en effet un à un dans le péritoine, en petit nombre, et à des intervalles plus espacés.

Péritoine. — Les œufs une fois tombés dans le péritoine n'ont d'autre issue pour en sortir que l'oviducte qui s'ouvre en entonnoir aux deux côtés du tube digestif, à la racine des

membres supérieurs. En se détachant de l'ovaire ils ne tardent pas à remplir la cavité virtuelle du cœlome et se glissent entre les viscères et les anses intestinales. Ils sont nus et pendant ce passage la membrane vitelline s'épaissit et s'organise.

Comment arrivent-ils jusqu'à l'entonnoir situé dans la partie antérieure du corps ? On a invoqué deux facteurs : la presse abdominale et l'action des cils vibratiles.

Cette action quelle qu'elle soit doit être très active, pour faire remonter d'une position déclive toute la masse des œufs sur la paroi antérieure du cœlome, et cela dans un temps très court.

La presse abdominale n'intervient que pour une petite part, si elle intervient ; l'expérience suivante le démontre. Quand on abandonne sur le dos une grenouille ou un crapaud, que l'on vient d'éventrer depuis le pubis jusqu'au sternum, et dont le cœlome est rempli d'œufs libres, on est tout étonné de voir quelques heures après que presque tous les œufs ont quitté le péritoine pour s'engager dans l'oviducte. Dans le cas présent la presse abdominale n'est certainement pas intervenue, puisque la cavité abdominale était largement ouverte. Reste donc l'autre hypothèse Quand on ouvre une grenouille femelle avant l'accouplement, on aperçoit tout d'abord les ovaires qui ont repoussé tous les autres organes vers le dos. Le spectacle est tout à fait changé quand la déhiscence s'est produite ; tous les viscères qui se trouvaient cachés réapparaissent ; l'estomac, le foie, les anses intestinales surnagent au-dessus de la masse des œufs mis en liberté. Il existe surtout deux grands courants, deux colonnes qui se dirigent vers les culs-de-sac antérieurs aux deux côtés du cœur. Nussbaum qui a fait une belle étude du phénomène a trouvé que l'endothelium du péritoine était recouvert de cellules à cils vibratiles, très abondants suivant certaines lignes de la paroi ventrale et d'autant plus nombreux qu'on s'approche des culs-de-sac du cœlome. Ailleurs ils sont éparpillés en îlots plus ou moins nombreux. Quand ils tombent de l'ovaire, ils sont entraînés par la pesanteur sur la paroi ventrale, et de là charriés par les cils vibratiles jusqu'à l'entonnoir qui termine l'oviducte. Les cils vibratiles n'interviendraient pas seuls pourtant, les poumons les aideraient puissamment. Ceux-ci sont en effet attachés dans un cul-de-sac tout voisin de l'entonnoir de l'oviducte qui, lui, n'est pas tapissé de cils vibratiles. Ils sont, comme on sait, extrêmement dilatables. Quand ils sont en inspiration, ils peuvent s'étendre jusqu'aux deux tiers de la cavité abdominale ; quand ils sont en expiration, ils diminuent presque dix fois de volume, ils se

ramassent sur eux-mêmes. Ils font donc quasi l'effet d'un piston dans un corps de pompe, et entraînent à leur suite tous les œufs libres qui sont ainsi amenés jusqu'à l'entonnoir de l'oviducte où ils sont saisis et emmenés par les cils vibratiles. Les premiers observateurs dont l'attention a été éveillée par l'accouplement de la grenouille, Spallanzani et Swammerdamm, avaient déjà observé les mouvements et les contractions des parois abdominales qui sont la conséquence des mouvements d'inspiration et d'expiration pulmonaires.

Oviducte. — Pour bien comprendre plus tard le fonctionnement de cet organe, donnons maintenant un aperçu succinct de son anatomie et de sa structure histologique.

L'oviducte de la grenouille est composé de trois parties bien distinctes. La *première*, courte, se termine en haut par un entonnoir qui débouche dans le péritoine en haut de la cavité abdominale. Elle est exclusivement tapissée de cellules épithéliales à cils vibratiles (1).

La *seconde*, qui comprend presque toute la longueur de l'organe, fait suite à la première et court en serpentant jusqu'à la partie postérieure de la cavité abdominale, où elle débouche brusquement dans la troisième. Cette seconde portion apparaît sous la forme d'un cordon blanc sinueux, qui va progressivement en augmentant de calibre. Elle est constituée d'une gaine de tissu conjonctif entourant une couche de fibres musculaires lisses que nous avons été les premiers à signaler. Cette double gaine soutient une couche glandulaire épaisse de tubules qui débouchent tous dans la lumière du canal (2). La surface interne du canal est distribuée en deux parties bien distinctes, dont l'une est constituée de bandes longitudinales faisant saillie dans la lumière de l'oviducte comme des papilles. Elles sont tapissées en grande partie par des cellules à cils vibratiles. Nous leur avons donné le nom de *bandes motrices*. L'autre partie est formée par les sillons interpapillaires, c'est là que les tubules glandulaires débouchent; c'est donc là aussi que leur produit de sécrétion vient s'écouler; c'est pourquoi nous leur avons donné le nom de *bandes sécrétantes* (3).

Cette portion glandulaire est destinée à fournir l'enveloppe

(1) I. Planche I, fig. 3. Planche III, fig. 36.
(2) I. Planche III, fig. 37.
(3) I. Planche III, fig. 41.

muqueuse dont ils s'entourent en traversant le canal. A cet effet, dès le printemps, aussitôt après s'être vidées, les cellules glandulaires accumulent toute l'année de la mucine, et de petites et granuleuses qu'elles étaient alors, elles se dilatent et s'emplissent de matière muqueuse pour la ponte suivante. Elles peuvent acquérir ainsi un volume 4 à 5 fois supérieur à leur volume primitif.

L'oviducte comprend enfin une *troisième portion* terminale qui continue la seconde et débouche par une papille dans le cloaque. L'oviducte dans cette région est fortement dilaté en ampoule, il suffit d'y insuffler de l'air pour lui voir prendre une forme sphérique. Elle est tapissée d'une couche épithéliale de cellules à cils vibratiles, au milieu desquelles on aperçoit de ci de là quelques cellules caliciformes (1).

L'organe dont nous venons d'esquisser la structure, fonctionne une seule fois par an, lors de la ponte, pendant une couple d'heures ; il passe donc tout le reste de l'année à s'y préparer.

Aussitôt que le moment de la déhiscence des œufs est arrivé, l'oviducte commence déjà à sécréter avant même que les œufs y soient parvenus. Les cellules glandulaires des tubules crèvent du côté de la lumière du canal et leur contenu s'écoulant dans les canalicules débouche dans les sillons longitudinaux. Les cellules vibratiles des bandes motrices attirent alors la colonne de mucus sécrété au centre du canal principal, qui se remplit d'une masse muqueuse attendant le passage des œufs. Ceux-ci, en effet, ne tardent pas à déboucher de l'entonnoir et s'entourent en cheminant de couches muqueuses qui se superposent au fur et à mesure qu'ils roulent dans l'oviducte. Ils ne sont pourtant pas des sphérules solides comme des grains de plomb ; ils sont mous et s'adaptent à toutes les aspérités et à tous les détours de la muqueuse. Ils prennent souvent des formes irrégulières, surtout au sommet des replis. Nous avons constaté souvent qu'ils s'allongent très fort en s'amincissant d'autant ; ils deviennent cylindriques et peuvent passer à travers l'oviducte sans en dilater la lumière. Ils cheminent en chapelet d'un seul œuf de front, reliés entre eux par un cordon de masse gluante, jusque dans la troisième portion, qui se gonfle au fur et à mesure que les œufs arrivent. Là le cordon se replie sur lui-même un grand nombre de fois. Quand à ce moment on ouvre une femelle, l'aspect des organes abdominaux ainsi que leurs rapports sont

(1) I. Planche I, fig. 5. Planche IV, fig. 47.

complètement changés. Ce changement s'est opéré en un laps de temps qui ne dépasse pas deux heures. Avant la déhiscence des œufs les deux ovaires recouvraient de leurs lobes tous les organes du tube digestif, leur couleur noire tranchait sur le fond blanc des anses de l'oviducte qui était très gros et gonflé. Deux heures après, les oviductes sont devenus minces et jaunâtres, et ils sont recouverts par les organes digestifs et leurs annexes: les ovaires qui étaient énormes et noirs, sont petits, ramassés et d'aspect grisâtre. Les deux portions inférieures seules ont rempli leurs cavités, elles se sont dilatées, car elles contiennent maintenant tous les œufs mûrs destinés à la ponte et tout le contenu écoulé des glandes mucipares de la région moyenne ; aussi remplissent-elles la moitié inférieure de la cavité abdominale (1).

Les œufs ne sont pas expulsés immédiatement, ils séjournent là pendant un temps variant de 12 à 18 heures, pendant lequel ils ne restent pas immobiles. Sous l'influence des cils vibratiles qui tapissent la poche inférieure, le cordon continu de substance muqueuse se brise, et bientôt celle-ci ne forme plus qu'une masse homogène dans laquelle les œufs sont plongés.

Recherchons maintenant quelles sont les causes de tous ces phénomènes. Nous avons dit que les cellules glandulaires déversent directement leurs produits dans la lumière des tubules. Chacun de ceux-ci contient donc à un moment donné un petit courant de substance visqueuse (2). Quelle est la force qui les conduit hors des tubules ? Leur consistance visqueuse assez ferme les empêche de s'écouler comme un liquide. On ne peut dire que la dilatation du tube, par l'œuf qui passe, en soit la seule raison, car nous avons souvent observé dans la lumière de l'oviducte un tronçon de colonne albuminoïde précédant celle des œufs de plusieurs centimètres. La *vis a tergo* ne donne pas non plus une explication suffisante, car les cellules diminuent rapidement de volume au fur et à mesure qu'elles se vident; la place ne manque donc pas pour les contenir. Il faut nécessairement invoquer une contraction ou l'élasticité de la paroi conjonctive et musculaire de l'oviducte.

En sortant des tubules la substance muqueuse se fusionne avec celle qui se trouve déjà dans la lumière et qui entoure les œufs. Ceux-ci arrivent espacés d'abord, puis en colonne serrée. Tout ce convoi est entraîné par les cils vibratiles et s'entasse dans la

(1) I. Planche I, fig. 3.
(2) I. Planche V, fig. 71 et 72.

troisième portion. Pendant les premiers moments le cordon gluant se pelotonne, mais bientôt toute la substance se fusionne et paraît ne plus former qu'une seule masse gélatineuse dans laquelle les œufs sont plongés. Cet état dure peu de temps, car bientôt les œufs apparaissent entourés d'une perle hyaline bien distincte (1). Il s'est en effet opéré un partage, chaque œuf s'est approprié sa part de la masse. Comment s'est faite cette métamorphose ? Pendant qu'ils séjournent dans l'ampoule, les œufs sont roulés comme des pilules par les cils vibratiles innombrables qui la tapissent. On pourrait croire sans doute que l'œuf étant une cellule vivante peut agir sur le milieu qui l'entoure et que par son activité propre il s'entoure d'une enveloppe taillée en ce milieu spécial.

Nous avons observé plusieurs fois un fait qui rend cette hypothèse impossible ; c'est la présence dans l'utérus de perles de mucine, sans œufs. Elles sont de prime abord tout à fait transparentes ; mais si on les laisse séjourner quelque temps dans l'alcool faible, il apparaît au milieu un nodule de corps solides qui ne sont autre chose que des fragments d'épithélium et des cellules glandulaires desquammées et déjà nécrosées. Nous avons conclu de cette constatation que la substance muqueuse a une tendance à s'enrouler autour des corps solides. Cette tendance aidée par le massage que l'élasticité de la paroi dilatée exerce sur la masse et par l'action des cils vibratiles, répartirait autour de chaque particule solide la substance sécrétée.

L'enveloppe de chaque œuf est constituée en effet de deux couches bien distinctes, l'interne qui a été sécrétée par la première moitié de l'oviducte à lumière étroite; l'externe, beaucoup plus épaisse et plus résistante, est celle qui a subi toutes les opérations que nous venons de décrire (2). Quand vient le moment de la ponte, les deux poches se vident successivement par le cloaque, et à l'instant même où les œufs débouchent par l'anus dorsal de la femelle, le mâle déverse le sperme sur la masse des œufs. Une ponte de grenouille comprend donc deux amas irréguliers d'œufs agglomérés et légèrement adhérents entre eux. Dès les premiers jours de printemps, quand la température est douce, les grenouilles rousses *(Rana temporaria)* sortent de leur endroit d'hibernation. Toutes celles d'un même habitat se rassemblent au même endroit et pondent à peu près en

(1) I. Planche VI, fig. 90.
(2) I. Planche VI, fig. 88.

même temps, de telle manière que le frai de tous les individus se fusionne en un énorme paquet. La mucine aussitôt qu'elle est dans l'eau se gonfle beaucoup, au point d'acquérir 3 à 4 fois le volume qu'elle avait au moment de la ponte. Immédiatement après celle-ci, les femelles rentrent aussitôt dans leurs cachettes; seuls quelques mâles restent autour des paquets d'œufs pour les agglutiner.

Bufo vulgaris. — Le crapaud ordinaire vit sur la terre ferme, caché pendant le jour, dans les anfractuosités d'un vieux mur, sous les pierres, dans les haies, dans la terre où il se creuse des galeries. Il sort de sa retraite le soir et chasse pendant toute la nuit, surtout pendant et après les soirées pluvieuses.

Il avance en sautant. Sa proie se compose habituellement d'insectes et de larves d'insectes, il en consomme une très grande quantité. Nous avons un jour trouvé à l'aube 14 gros carabes dorés dans l'estomac d'un crapaud de taille moyenne. Il est familier, se complaît dans le voisinage des maisons, des fermes. Son cri, le soir, est *wi-wi*.

Il va à l'eau pour pondre, environ un mois plus tard que la grenouille. Aux environs de Louvain et de Bruxelles, la ponte a lieu vers la fin d'avril. Tous les crapauds d'un même habitat se réunissent au même endroit pour la fécondation. Nous avons observé, cinq années consécutives, ceux qui vivent aux environs des étangs de Parck près Louvain.

Ces étangs sont au nombre de trois, superposés; du plus élevé sort un petit ruisseau qui longe les deux autres, qui sont à des niveaux de 3 à 4 mètres plus bas. Dans l'inférieur les grenouilles pondent au mois de mars, dans celui du milieu on nourrit habituellement des cygnes; aussi je n'y ai jamais observé de Batracien au printemps. Les crapauds qui ont hiberné dans la prairie et dans le talus qui bordent les étangs, sont enfoncés dans leurs galeries souterraines à plusieurs pieds sous terre. Les mâles sortent les premiers et nagent dans le ruisseau en attendant les femelles. Aussitôt qu'ils en aperçoivent une, ils se précipitent vers elle à plusieurs, le plus agile saute sur son dos et la saisit sous les aisselles. Sous cette étreinte subite la femelle est comme paralysée, elle étend spasmodiquement les jambes, et se laisse aller au fil de l'eau dans un état vraiment syncopal, qui peut durer parfois 5 à 6 minutes. Mais elle ne tarde pas à recouvrer ses esprits, elle se redresse et, portant le mâle sur le dos, elle nage vigoureusement en remontant le ruisseau, jusqu'à ce qu'elle arrive

à l'entrée de l'étang le plus élevé de niveau. Le mâle l'aide dans ce mouvement, en nageant des pattes de derrière seulement.C'est dans cet étang, le long de la berge qui longe le ruisseau, qu'a lieu le rendez-vous général ; tous les crapauds des environs s'y rassemblent dans l'espace de deux jours, et l'on peut alors en capturer facilement des centaines de couples.

Après un accouplement qui dure de 10 à 12 heures, la ponte s'opère et l'on aperçoit sortant de l'anus de la femelle deux cordons muqueux contenant des œufs en chapelet.

L'appétit sexuel des mâles est très intense et comme ils sont souvent plus nombreux que les femelles, ils se les disputent avec acharnement; on en voit souvent des grappes appendues qui à un bras, qui à une cuisse ; ils les empoignent même par la tête, par les aines, et les empêchent complètement de pondre et parfois même les étouffent.

Comme nous l'avons fait pour la grenouille, demandons-nous quels sont les phénomènes qui s'accomplissent dans les organes génitaux de la femelle pendant l'accouplement.

Œuf. — Ce que nous avons dit de l'œuf de la grenouille et de sa constitution au moment de l'accouplement, s'applique à l'œuf de *Bufo* et des autres Batraciens, sauf quelques particularités que nous allons mentionner.

L'œuf de *Bufo* est tout noir ; le pigment y est abondant, au point qu'il est impossible de distinguer le pôle supérieur de l'inférieur au moyen du pigment. Il faut recourir aux coupes microtomiques pour reconnaître que le supérieur contient une quantité de pigment beaucoup plus grande et que ce dernier s'avance pour ainsi dire jusqu'au centre de l'œuf. Peu de temps avant l'accouplement le noyau de l'œuf de *Bufo* présente le même aspect que celui de *Rana*, mais il ne se comporte pas du tout de la même façon. A partir du moment de l'accouplement les nucléoles ne s'accroissent plus en nombre ni en volume. Ils diminuent au contraire peu à peu, se transforment en filaments, qui se désagrègent en boules puis en granules, sans jamais reformer de nouveaux nucléoles.

Les granules se dissolvent et passent dans l'enchylème de l'œuf. De plus d'un millier qu'ils étaient, ils ne sont bientôt plus qu'une centaine, puis qu'une dizaine qui, eux, résistent à la destruction et subsistent pour servir à la formation de la première figure polaire. Au fur et à mesure que les nucléoles diminuent de nombre, les granules qui dérivent de leur résolution et qui ne se dissolvent pas dans l'enchylème, s'amassent à la base

du noyau, sous forme de granules volumineux qui prennent les matières colorantes d'une manière étonnante. Cette aire caryoplasmatique qui prend la forme d'une boule en faisant hernie hors du noyau, s'étrangle et se sépare du noyau pour tomber dans le cytoplasme au milieu des enclaves où elle est rapidement digérée. Ce processus rappelle celui de la grenouille avec une variante importante. Chez la grenouille tous les nucléoles se fusionnent en masses parfois très grosses qui tombent dans le cytoplasme (qui n'a pas subi de métamorphoses) au travers d'une brèche largement ouverte par la disparition de la membrane. Chez *Bufo* au contraire les nucléoles ne se fusionnent pas, ils subissent une résolution filamenteuse d'abord, puis granuleuse, et ce sont les produits de la désagrégation qui tout en restant distincts s'accumulent à la base du noyau pour y former une ampoule qui se sépare par étranglement. Chez *Bufo* la membrane persiste donc pendant tous ces phénomènes (1).

Alors le moment de la maturité de l'œuf est arrivé, le noyau s'est débarrassé des nucléoles qu'il avait en trop, il va maintenant se séparer du caryoplasme qui lui est inutile. La vésicule germinative va disparaître.

Cette disparition s'accompagne chez *Bufo vulgaris* de figures particulières très élégantes. A la base de la vésicule germinative le reticulum caryoplasmatique perd son aspect habituel : à l'endroit où l'ampoule s'est détachée du noyau, on voit les fibrilles s'ordonner et rayonner vers le haut en partant de l'endroit précité comme du centre d'un énorme aster, pour aller se terminer sur tout le tour du noyau aux environs de l'équateur. Au même endroit d'où toutes ces fibrilles semblent sortir, une substance réfringente s'accumule sous forme d'une masse lenticulaire. Cette substance est si dense qu'elle masque complètement la structure du caryoplasme. L'ensemble de la figuration du noyau à ce moment rappelle beaucoup la fleur de certaines composées. Mais cet arrangement ne s'étend pas sur toute la hauteur du noyau et s'arrête au milieu. Les fibrilles à ce niveau ne sont plus tendues ou légèrement ondulées, elles viennent se continuer avec le réseau de la moitié supérieure du noyau qui est resté irrégulier et vacuoleux. Cette disposition particulière subsiste pendant quelques instants, sans que la membrane du noyau disparaisse ; mais bientôt elle s'efface sur la face supérieure du noyau et le mélange du cytoplasme et du caryoplasme

(1) V. Planche VI, fig. 42 et 45.

s'opère rapidement par la brèche ainsi formée. La portion réticulée du noyau est la première absorbée, tandis que son enchylème s'écoule sur tout le pourtour, dans le cytoplasme. La moitié inférieure suivant le courant, est attirée vers le pôle supérieur, de même que la masse lenticulaire où les nucléoles privilégiés se sont rassemblés. Dans cette masse lenticulaire le fuseau et la figure du premier globule polaire s'organisent (1). Deux globules polaires sont successivement expulsés par un mécanisme analogue à celui de la grenouille, pour aboutir au même résultat : ici aussi les $\frac{3}{4}$ en poids de la nucléine sont expulsés de l'œuf.

Cette nucléine est fournie par une dizaine de nucléoles qui ont persisté sans subir de désagrégation, et qui n'ont pas été entraînés par l'enchylème. Dans la masse lenticulaire où ils prendront la forme de bâtonnets nucléiniens, ils subiront toutes les transformations habituelles de la cinèse.

Tous ces phénomènes que nous venons de décrire, s'accomplissent dans l'œuf avant qu'il ait quitté l'ovaire; quand il tombe dans le péritoine, les deux globules polaires sont expulsés et il ne reste plus dans l'œuf que le quart en poids des dix bâtonnets de la première figure polaire. Il existe donc une grande différence entre *Rana* et *Bufo vulgaris*. Chez la première, c'est lorsque l'œuf tombe de l'ovaire que la maturation commence; la première figure polaire s'organise dans le péritoine pour s'achever dans l'oviducte, la seconde figure se déroule dans l'ampoule utériforme pendant le séjour prolongé que les œufs y font, et c'est seulement à leur sortie que les œufs sont prêts à la fécondation. Chez *Bufo*, toute la période de maturation se passe dans l'ovaire, nous verrons tantôt pourquoi quand nous parlerons de l'oviducte.

Ce que nous avons écrit de la grenouille à propos de la déhiscence de l'œuf, de son passage dans le péritoine, s'applique à tous les anoures que nous allons étudier.

Oviducte. — La portion supérieure de l'oviducte est identique comme aspect à celle de la grenouille. La portion moyenne présente plus de différences. Tout d'abord elle se continue avec la supérieure, sans qu'à l'aspect extérieur on puisse le deviner. Son diamètre va en augmentant sensiblement depuis le commencement jusqu'au cloaque (2). C'est en quelque sorte un cône

(1) V. Planche VI, fig. 47 et 52.
(2) I. Planche I, fig. 2.

excessivement allongé et aplati; chez *Rana*, au contraire, c'est plutôt un cylindre. Au tiers inférieur cette différence est le plus saillante. Sur une section transversale, il a la forme d'un ovale allongé, tandis que celui de la grenouille est circulaire. C'est surtout à la portion inférieure que l'oviducte de *Bufo* est différent de celui de *Rana*. Tandis que chez celle-ci la transition de la portion moyenne s'accomplit brusquement avec un changement radical d'aspect et de structure, chez *Bufo* au contraire il n'y a pas, à dire vrai, de portion inférieure; l'oviducte s'évase insensiblement jusqu'à son extrémité sans que sa paroi change de structure; elle est tapissée jusqu'au bout de tubules glandulaires. On accentue facilement cette forme en insufflant l'oviducte, ou bien en sacrifiant une femelle qui commence à pondre. On aperçoit alors la portion terminale dilatée, soit par l'air ou les œufs, et prenant la forme d'un cône large à sa base qui s'effile rapidement en se recourbant plusieurs fois sur lui-même. Ces deux cônes viennent accoler leurs bases sous le rectum et à ce niveau leurs cavités communiquent. On s'assure facilement de cette disposition en insufflant un des oviductes : on voit aussitôt l'autre se remplir d'air également.

Ceci n'arrive pas chez la grenouille, car les deux oviductes débouchent par deux papilles séparées, dans le cloaque: aussi quand on insuffle un oviducte de *Rana*, l'air dilate une seule ampoule utériforme et sort par le cloaque sans pénétrer dans l'oviducte du côté opposé. Chez *Bufo*, au contraire, les deux oviductes se réunissent en un court canal qui débouche dans le cloaque au sommet d'une papille unique (1).

La structure histologique de la portion glandulaire est identique à celle que nous avons décrite chez *Rana*.

Voyons maintenant comment l'oviducte de *Bufo* fonctionne au moment de la ponte.

Dans le péritoine et dans la moitié de l'oviducte les œufs cheminent de la même manière que chez la grenouille, un à un à la file; mais bientôt dans la seconde moitié du canal la colonne s'épaissit au fur et à mesure qu'on s'approche de l'extrémité inférieure du canal et que la lumière s'élargit. La colonne comprend alors jusqu'à quatre œufs de front (2).

Le cordon muqueux qui contient les œufs ne sort pas de l'oviducte. Quand il est arrivé dans la partie dilatée, il se contourne

(1) I. Planche I, fig. 5 et 6.
(2) I. Planche VI, fig. 89.

et se pelotonne sur lui-même, et au fur et à mesure qu'il arrive, il distend les deux poches allongées qui terminent le canal. La masse muqueuse pourtant ne s'accole, ni ne se fusionne, le cordon reste bien indépendant. Les deux cordons rencontrent bientôt la papille unique par laquelle ils peuvent trouver une issue et ils sortent à deux de front par l'anus, sans que leur enveloppe muqueuse se fusionne; ils restent bien indépendants.

Quand on tue une femelle de *Bufo* au moment où elle commence à pondre, on trouve : les ovaires en pleine déhiscence, le péritoine rempli d'œufs libres, l'oviducte bondé d'œufs et de masse muqueuse, les poches inférieures dilatées. Le débit de la papille cloacale est, en effet, insuffisant pour permettre une évacuation immédiate des œufs qui arrivent en foule par les deux oviductes; c'est pourquoi les cordons se pelotonnent dans les deux portions inférieures et les dilatent (1). La substance sécrétée est très adhérente; aussi le fait que les anses du peloton arrêté dans les ampoules ne s'accolent pas et ne se fusionnent pas est-il très curieux, et pour l'expliquer il faut bien supposer que les dernières cellules glandulaires de l'oviducte ne sécrètent pas une substance agglutinante, mais plutôt dissolvante.

Pour terminer rappelons que chez *Rana*, les phénomènes ultimes de la maturation commencent précisément au moment de la déhiscence de l'œuf; l'expulsion des globules polaires se produit pendant le passage à travers l'oviducte et pendant le séjour dans l'utérus. La préparation à la fécondation nécessite cet arrêt dans la ponte; il est parfois prolongé jusqu'à 12 et 18 heures. Chez *Bufo*, rien de pareil; les œufs quand ils quittent l'ovaire ont déjà expulsé les deux globules polaires; ils achèvent leur préparation immédiate à la fécondation pendant le trajet au travers du péritoine et de l'oviducte; c'est pourquoi il n'est pas besoin qu'ils s'arrêtent en chemin.

Alytes obstetricans. — Le crapaud accoucheur est un petit crapaud de couleur grise à peau légèrement rugueuse, trapu. La peau du dos est semée de taches obscures, la peau du ventre est jaunâtre semée de petits points noirs. Il est long de 4 à 5 centimètres (2). La papille est verticale et la langue complètement

(1) I. Planche I. fig. 2.

(2) Le tympan est distinct, sous forme d'une plaque arrondie située derrière l'œil. Les pattes postérieures sont légèrement palmées. Ils portent une glande à venin de chaque côté de la tête en arrière. La peau du ventre et du dos est aussi parsemée de glandes venimeuses. Leur

soudée. Leurs têtards ont l'ouverture branchiale sous la tête (1).

Il est presque inconnu dans la basse Belgique, mais il abonde dans les provinces de Namur, Liége et Luxembourg. Il se propage avec grande rapidité; nous l'avons trouvé dans ces derniers temps dans les carrières abandonnées de Ligny et de Grez-Doiceau (en Brabant). Il est très familier et recherche de préférence les vieilles maisons, ou il se niche dans les anfractuosités des vieilles murailles, sous le seuil des portes. Nous en avons un jour capturé une douzaine sous les marches de l'escalier d'une auberge de Champlon (Ardennes).

Ils ne sortent jamais pendant le jour, mais toujours le soir et pendant la nuit, surtout après la pluie. Ils longent les murs humides où ils recherchent les petites limaces grises et les insectes dont ils se nourrissent. La meilleure époque pour leur faire la chasse, ce sont les mois de juin et juillet, c'est-à-dire le moment de la fécondation. Ils s'appellent d'un cri spécial qui est *clouk*, et qu'on distingue facilement de celui des *Bufo*, il est beaucoup plus élevé. Avec une lanterne on les surprend facilement en se laissant guider par leur cri.

Quand le moment de la maturation de l'œuf est proche, la femelle appelle le mâle qui se met à sa recherche. L'accouplement se fait immédiatement, le mâle saisit la femelle de la même manière que la grenouille, sous les aisselles. L'accouplement peut durer longtemps ou bien très peu de temps, cela dépend de l'état dans lequel se trouve la femelle. Si elle n'est pas préparée à la fecondation, l'accouplement est long, il peut durer parfois plus d'un jour ; si au contraire les œufs sont prêts à être pondus, la ponte commence immédiatement. Le dernier cas est le plus fréquent, car nous avons trouvé un très grand nombre de femelles dont le chapelet d'œufs était arrivé dans l'utérus.

Ces femelles n'avaient certainement pas été accouplées, et cependant la déhiscence des œufs, leur passage à travers le péritoine de l'oviducte s'étaient accomplis sans aucune intervention du mâle. Cette constatation rapprochée des expériences de Nussbaum indique bien que ces phénomènes sont sous la dépendance de la femelle et que la ponte est un acte essentiellement

venin est très actif et très volatil, il suffit d'inciser la peau du ventre à cinq ou six individus et de respirer le venin qui se vaporise après la section des glandes pour en gagner un coryza.

(1) La queue des têtards est plus de trois fois plus longue que large à la base, leurs yeux sont très distants et situés sur les côtés de la tête.

maternel. Au moment de la ponte le mâle extrait le chapelet d'œufs de l'anus de la femelle au moyen de ses pattes de derrière, et l'enroule autour de ses cuisses en fécondant chaque œuf séparément. La femelle ne va pas à l'eau pour l'accouplement ; nous en avons observé plusieurs couples sous les pierres. Le mâle porte les œufs jusqu'à ce qu'il les croit suffisamment développés pour que les embryons puissent nager. Ils ne se cachent pas sous terre en attendant ce moment, comme on l'a cru et écrit jusque maintenant ; ils continuent leur train de vie habituel, sortent, chassent, sautent comme auparavant ; nous en avons capturé un grand nombre dans cet état. Les embryons encapsulés sont très vivaces : après quinze jours de développement, après un mois, ils peuvent nager et le mâle se débarrasse alors de son fardeau et le dépose dans une mare, ou une source. Les têtards ne tardent pas à percer la coque qui se gonfle et se ramollit dans l'eau, et ils nagent et vivent dans ce milieu jusqu'à la fin de l'année. Ces têtards se développent donc rapidement et atteignent ainsi une taille qui dépasse de plusieurs centimètres celle des adultes. Ce sont les plus grands des têtards de nos batraciens indigènes. Leur queue est très longue, plus longue que le reste du corps, elle se résorbe avec facilité et très rapidement.

Œuf et Ovaire. — Nous ne sommes pas encore arrivés jusqu'ici, malgré nos nombreuses recherches dans les Ardennes, à surpendre plus de trois fois la ponte et la fécondation de l'*Alytes* ; nous ne possédons donc que des données insuffisantes sur les phénomènes ultimes de la maturation. Bornons-nous pour le moment à constater que l'ovaire adulte au mois de juin contient deux générations d'œufs destinés à être pondus pendant la période d'été. Les œufs sont volumineux, d'un volume double de celui des autres anoures ; ils sont jaune citron, de la même teinte que ceux du *Triton cristatus* et de la Salamandre. Ils tombent un à un dans le péritoine et cheminent dans l'oviducte, en se suivant à une distance de 3 à 4 centimètres. Les deux chapelets qui constituent une ponte, contiennent en moyenne 30 à 40 œufs. Ils viennent se pelotonner dans la dernière portion de l'oviducte, attendant le moment de la fécondation.

Nos recherches sur les globules polaires ne sont pas terminées.

Oviducte. — L'oviducte présente des particularités de structure qu'il importe de bien connaître pour se rendre compte de son fonctionnement. Il se divise comme aspect extérieur en trois portions, tout comme chez les autres anoures. La portion supérieure n'offre rien de spécial.

La portion moyenne examinée à frais présente deux régions bien distinctes ; la première est d'un blanc mat et atteint son calibre maximum, vers la moitié de l'organe, pour aller en diminuant insensiblement jusqu'au tiers inférieur ; la seconde portion, plus mince et plus droite, est plus pâle d'aspect et vient déboucher brusquement dans la troisième portion (1).

Cette dernière est une dilatation du canal identique comme forme et comme aspect à l'ampoule utériforme de la grenouille. Elle se termine par un canal court qui, se dirigeant vers la ligne médiane, s'y unit à celui du côté opposé pour former un canal unique, comme chez *Bufo*. Ce dernier vient déboucher sur une petite éminence du cloaque (2).

La structure histologique présente aussi des particularités intéressantes. Notons d'abord une tunique de fibres musculaires lisses assez épaisse, se poursuivant sur toute la longueur de l'organe. Les éléments musculaires sont pour la plupart circulaires, quelques-uns seulement sont longitudinaux (3). La portion glandulaire, c'est-à-dire les deux premiers tiers de la portion moyenne, est constituée de tubules, comme chez les autres anoures, mais plus courts et plus larges ; les extrémités internes de ces tubules sont ordonnées en bourrelets longitudinaux et en sillons comme chez *Rana*. Le dernier tiers de la portion moyenne se distingue nettement des régions correspondantes de *Rana* et *Bufo*, par l'absence complète de tubules glandulaires à mucine. Sa muqueuse est formée d'une seule couche de cellules, la plupart à plateau recouvert de cils vibratiles, et de ci de là quelques cellules glandulaires caliciformes peu actives, car on ne retrouve pas de trace de leur sécrétion sur le cordon contenant les œufs. La portion inférieure dilatée en ampoule utériforme ne contient pas de fibres musculaires dans sa paroi, et elle est tapissée d'un épithélium pavimenteux entièrement aplati (4).

Voyons maintenant comment l'oviducte ainsi conformé se comporte pendant la ponte.

Les œufs arrivent dans l'oviducte en se suivant de très près pendant le trajet des deux premiers tiers de l'oviducte : ils s'y entourent d'une couche épaisse de mucine découlant des tubules glandulaires ; mais quand le premier débouche dans le dernier

(1) I. Planche VI, fig. 93.
(2) I. Planche VI, fig. 96.
(3) I. Planche V, fig. 58.
(4) I. Planche IV, fig. 53 et 55.

tiers, il est aussitôt saisi par les cellules à cils vibratiles et la tunique musculaire aidant, il traverse cette dernière portion d'une manière accélérée dépassant les autres de 4 ou 5 centimètres. La dernière couche de mucine sécrétée est étirée par cette action en un filament mince; elle provient des derniers tubules, car elle ne porte aucune trace de la sécrétion du dernier segment de l'oviducte, où les cellules glandulaires sont peu nombreuses.

Quand on fait une section microtomique à travers le filament du chapelet, on trouve qu'il est composé d'une seule substance jaunâtre; une coupe à travers l'œuf et ses enveloppes révèle que la substance jaunâtre se continue au-dessus d'une couche très épaisse de mucine au sein de laquelle l'œuf est plongé (1). Aussi longtemps que le chapelet d'œufs reste dans le corps de l'animal, il est mou et se laisse étirer avec la plus grande facilité ; mais aussitôt qu'il se trouve à l'air, il se durcit rapidement sans toutefois devenir cassant. La couche externe des enveloppes qui se continue dans le cordon interovulaire, sert ainsi de protection à l'œuf et empêche l'évaporation et le dessèchement de la couche muqueuse épaisse qui entoure les œufs et qui doit nourrir les embryons pendant les premières semaines. Elle les protège aussi contre les chocs auxquels ils sont exposés pendant les sauts et la démarche du mâle.

Bombinator igneus. — Ce petit crapaud qu'on appelle aussi vulgairement le *sonneur*, est très commun dans l'Entre-Sambre-et-Meuse, dans les provinces de Namur, Liege et Luxembourg. Il est de petite taille (4 cm.) verruqueux et trapu ; la couleur, de la peau est d'un vert olivâtre ou gris sale sur le dos, jaune ou orangé tacheté de bleu acier sur le ventre. Sa pupille est verticale et sa langue complètement soudée. Le tympan n'est pas visible. Ses pattes postérieures sont complètement palmées et il ne porte pas de glandes à venin sur le côté de la tête. Les têtards sont volumineux, moins grands pourtant que ceux de l'*Alytes*, à queue plus courte. Les yeux sont assez rapprochés les uns des autres sur le sommet de la tête. Il affectionne les petites mares d'eau de pluie, les petites sources du bord des chemins, les flaques d'eau des fossés boueux. On les capture facilement pendant le jour. A l'époque des amours, ils chantent quand la soirée commence, souvent même à partir de 5 à 6 heures du soir. Ils se rassemblent dans les petites mares et se

(1) I. Planche VI, fig. 87 et 92.

recherchent pour l'accouplement dès que le soleil s'est couché. Ils s'accouplent comme les autres anoures. Ils ont une singulière manière de se laisser flotter au fil de l'eau, ils étendent les jambes le plus qu'ils peuvent en les écartant; ils font de même pour les bras et tandis que les quatre pattes surnagent, le reste du corps, le ventre surtout, se bombe vers la profondeur de l'eau. Lorsqu'on les place le dos contre terre, ils retirent leurs pattes et restent immobiles pendant plusieurs minutes parfois, en s'arc-boutant le dos contre le sol en faisant saillir leur ventre vers le ciel. Leur cri est tout à fait particulier, c'est *ounk*: mais quand ils sont rassemblés ils harmonisent leur cri, les plus âgés ont la voix plus grave, les plus jeunes, plus élevée: quand on se trouve à quelque distance, toutes se fusionnent et leur ensemble rappelle à s'y méprendre une sonnerie de cloches dans le lointain; c'est de là sans doute que leur est venu le nom de *sonneurs*.

Ils sont très agiles et excellents nageurs, car ils vivent presque continuellement dans l'eau; il faut donc les pêcher au filet et les surprendre, car ils sont très défiants.

Ils pondent plusieurs fois pendant les mois de juin, juillet et août.

Leurs œufs ressemblent comme aspect à ceux des Tritons; ils sont pigmentés sur l'hémisphère supérieur en brun foncé, et d'un jaune clair sur l'inférieur. L'ovaire est constitué de la même façon que celui des urodèles; une quarantaine d'œufs arrivent ensemble à maturité et tombent les uns après les autres dans la cavité péritonéale. Ils cheminent dans l'oviducte distants les uns des autres de quelques centimètres, et s'accumulent comme autant de perles dans la portion inférieure de l'oviducte dilatée en ampoule.

L'oviducte a en effet identiquement le même aspect et la même structure que celui de la grenouille. La portion moyenne est essentiellement glandulaire et elle débouche subitement dans l'ampoule utériforme. Les œufs s'arrêtent dans cette poche pendant quelques heures, ils sont évacués en deux amas irréguliers et non en cordons comme chez les autres crapauds. Il existe toutefois une différence d'avec *Rana*. Tandis que chez celle-ci les œufs arrivent presque tous ensemble en un cordon continu dans l'utérus et là se partagent la mucine, chez *Bombinator*, les œufs se suivent à distance dans le péritoine et l'oviducte et quand ils arrivent dans l'utérus, ils sont déjà entourés d'une perle de mucine. Chez *Rana* il n'y a qu'une ponte, chez *Bombinator* il y en a plusieurs comme chez les Tritons.

Les phénomènes de la maturation de l'œuf débutent dans l'ovaire, par la disparition du noyau et la formation de figures en corbeille, comme chez *Bufo* et les Tritons; elle se continue dans le péritoine et l'oviducte, où les globules polaires sont expulsés.

Tritons. — Nous avons étudié trois espèces de Tritons, les *taeniatus*, *alpestris* et *cristatus*.

Les Tritons sont des batraciens urodèles, dont les branchies et l'orifice branchial disparaissent à l'état adulte. Leurs paupières sont horizontales, leurs membres antérieurs ont quatre doigts, les postérieurs cinq. Ils sont porteurs de dents au palais, alignées en séries longitudinales qui divergent vers l'arrière. Leur queue est comprimée latéralement. Les adultes vivent dans l'eau depuis le printemps jusque vers les mois de mai et juin. Le mâle porte alors une crête sur le dos. Le reste de l'année ils vivent à terre dans les endroits humides. Les jeunes ont la queue pointue.

Le *taeniatus* a le dessous du corps lisse, jaune marbré de noir; le dessus est brunâtre marbré de taches foncées arrondies. La crête du mâle est plus élevée; particulièrement brillante à l'époque des amours et festonnée, elle se rétrécit graduellement.

L'*alpestris* est un peu plus gros, plus trapu ; la couleur du mâle plus foncée, souvent d'un brun noir sur le dos et sur les côtés, d'un jaune orangé sur le ventre sans taches noires. Le mâle porte une crête dorsale très basse, droite et continue. La queue est plus charnue, presque ronde à la base, elle s'élargit en forme de rame. La robe de la femelle est souvent plus claire, marbrée de gris ; elle varie de teinte avec le milieu dans lequel vit l'animal.

Ces deux espèces ont des œufs pigmentés sur le pôle supérieur de teinte jaunâtre chez *taeniatus*, brun foncé chez *alpestris*.

Le *cristatus* est de beaucoup plus grand et plus fort ; la robe du mâle est brune, presque noire sur le dos et les côtés, orangée ou d'un jaune citron sur le ventre. Il a une parure de noces superbe, la crête dorsale croît en effet beaucoup pendant la période des amours, elle est souvent aussi haute que le reste du corps et festonnée sur son bord supérieur ; elle se continue sur la queue en diminuant de hauteur au fur et à mesure qu'elle s'effile. Elle revêt en son milieu des couleurs très vives qui partent d'une ligne longitudinale blanche. Sous certaines inci-

dences des rayons lumineux, elle produit de belles irisations. La femelle ne porte pas de crête, sa robe est d'un brun plus pâle, le ventre plutôt jaune, le bord inférieur de la queue est jaune aussi. Les œufs du *cristatus* sont plus volumineux que ceux des deux autres espèces, d'une couleur jaune clair ; à l'œil nu il est impossible d'y distinguer du pigment, mais sur des coupes microtomiques on reconnaît aisément des granules très petits, d'une tout autre teinte que celle des enclaves vitellines : ce sont là les grains de pigment. Ils sont très voraces, et très carnivores.

Ils pondent plusieurs fois sur une saison à quelques semaines d'intervalle. Le *taeniatus* dépose 3 ou 4 séries de 7 ou 8 œufs sur le fond des mares ; ce ne sont pas des chapelets, mais les œufs sont adhérents entre eux ; l'*alpestris* et le *cristatus* pondent un œuf à la fois. La femelle saisit un brin d'herbe, le plie en deux en son milieu, et dans l'angle ainsi formé, elle dépose un œuf qui au moyen de la mucine dont il est entouré, maintient le brin d'herbe recourbé. C'est en cet endroit que le mâle opère la fécondation. Dans la basse Belgique, ils pondent depuis avril jusqu'en juin, trois fois au minimum. Dans les Ardennes la ponte commence en mai et se continue jusqu'en août. Il n'y a pas d'accouplement, le mâle féconde les œufs pondus.

Œuf et Ovaire. — Les ovaires des Tritons sont des sacs uniloculaires allongés ; ils renferment cinq espèces d'œufs d'âge différent, dont les plus volumineux au nombre d'une trentaine environ serviront à la ponte prochaine. Nous nous occuperons seulement de ceux-là et pour autant qu'ils ont des rapports avec les phénomènes que nous étudions.

Quand l'époque de la maturation est proche, le pigment qui était irrégulièrement disséminé, même jusque dans l'hémisphère inférieur, se condense dans l'hémisphère supérieur et à l'équateur une ligne de démarcation très nette s'établit ; on n'aperçoit plus aucun grain de pigment sous cette ligne. Quand cette division s'est opérée, l'œuf est mûr et le moment de la disparition de la vésicule germinative est proche. C'est un indice certain qui permet de reconnaître d'un coup d'œil les œufs mûrs au milieu de la multitude des autres ; aussi quand le moment des amours est arrivé, voici comme il convient d'opérer pour se procurer un matériel de travail abondant.

Il faut tout d'abord avoir sous la main le plus grand nombre d'individus qu'on peut accumuler, ou bien savoir où l'on pourra s'en procurer un grand nombre en peu de temps.

On sacrifie alors plusieurs femelles par jour pour suivre le développement de l'œuf, et comme ils ne tombent jamais à plus de deux ou trois de l'ovaire dans le péritoine, on est sûr quand on fait cette constatation qu'il en reste encore au moins 25 à 30 dans l'ovaire qui sont bien près de la maturité. A partir de ce moment, il faut faire une hécatombe de femelles continuelle pendant deux jours et deux nuits, et bientôt on en trouvera avec 5 œufs, puis 10, puis plus encore engagés dans l'oviducte. On fixe ces organes et avec eux les ovaires pour l'étude des œufs avant la déhiscence. On ouvre ces ovaires avec de fins ciseaux et l'on reconnaît à la ligne nette de démarcation qui existe à l'équateur des œufs, ceux qui allaient être expulsés ; on les isole avec des aiguilles fines pour les étudier au moyen des coupes microtomiques.

Qu'aperçoit-on dans ces œufs ovariens avant leur déhiscence ? Leur vésicule germinative présente essentiellement la même structure à maturité que celle des anoures. Les nucléoles y sont aussi nombreux, aussi volumineux et à eux seuls ils représentent l'élément nucléinien de la cellule œuf (1). Leur manière de se comporter pendant la maturation tient à la fois de *Rana* et de *Bufo*, elle a des traits de ressemblance avec les deux espèces. Ils ressemblent à ceux de *Rana* en ce que parfois les nucléoles qui ne servent pas à la confection des chromosomes, se fusionnent en grosses masses, qui sont digérées par l'œuf (2). Ils ressemblent à ceux de *Bufo* en ce que le caryoplasme au moment de la disparition du noyau s'oriente en panache, et rayonne à partir de la base du noyau vers le pôle supérieur de l'œuf (3). La maturation chez les Tritons a pourtant des traits particuliers et caractéristiques : ainsi il arrive souvent que les nucléoles qui serviront à la formation de chromosomes, se fusionnent en une masse compacte qui par la suite se divise en douze fragments d'où sortiront les chromosomes. De plus, le fuseau s'organise parfois à l'intérieur du noyau avant que la membrane disparaisse et tandis que l'œuf est encore dans l'ovaire (4).

Il se forme parfois aussi une boursouflure à la base du noyau, où les nucléoles qui serviront aux cinèses polaires se rassemblent ; dans ce dernier cas, la portion du noyau qui ne renferme

(1) III. Planche IX, fig. 60 *T*.
(2) III. Planche IX, fig. 66. Planche X, fig. 73 *T*.
(3) III. Planche IX, fig. 61 *T*. Planche X, fig. 71 *A*.
(4) III. Planche IX, fig. 65, 67, 69. Planche X, fig. 75, 76, 77.

plus de nucléoles disparaît la première. La première figure polaire s'organise dans l'ovaire, elle se continue pendant le passage de l'œuf au travers du péritoine, et s'achève dans la portion supérieure de l'oviducte. La seconde figure polaire se prépare dans la seconde moitié de l'oviducte et est expulsée dans la portion terminale où les œufs séjournent parfois plus d'un jour.

Oviducte. — L'oviducte des Tritons est un long cordon blanc de même calibre sur toute sa longueur, contourné et replié un très grand nombre de fois sur lui-même. On peut y distinguer trois parties comme chez les autres Batraciens. La portion supérieure se termine en entonnoir en s'ouvrant dans le péritoine à l'endroit habituel; elle n'a rien de bien spécial, si ce n'est une teinte plus opaline.

La portion moyenne est de loin la plus longue; elle conserve son calibre égal dans toute sa longueur, son premier tiers paraît un peu plus clair, le second est d'un blanc mat ; le tiers inférieur, surtout à l'époque des amours, est plus rosé et plus droit.

La portion inférieure est très courte, elle débouche dans le cloaque au sommet d'une papille ; ses parois sont plus minces et elle n'est pas comme chez les anoures dilatée en ampoule (1).

La disposition des oviductes à leur entrée dans le cloaque est très ressemblante à celle de la grenouille. Ici aussi il est impossible d'insuffler de l'air d'un oviducte dans l'autre; en jetant des ligatures sur le cloaque et le rectum, l'air insufflé dilate le cloaque, mais il ne passe jamais dans l'oviducte du côté opposé; parce que l'orifice cloacal de l'oviducte est porté sur une papille saillante. Quand la pression s'élève dans le cloaque, le tissu de ces papilles se trouve comprimé et joue le rôle d'une valvule (2).

La structure de l'oviducte des Tritons diffère notablement de celle des anoures, en ce qu'il ne contient pas de tubules glandulaires; il est tapissé par une seule couche de cellules soit glandulaires, soit porteuses de cils vibratiles : les dernières sont toutefois moins nombreuses que les autres. Les cellules à mucus ne se trouvent pas toutes comme chez les anoures au même degré de développement; on les trouve plus ou moins gorgées de substance. Sur un seul repli de la muqueuse, on trouve côte à côte des éléments très inégalement développés; les uns sont dépour-

(1) I. Planche I. fig. 4.
(2) I. Planche I, fig. 7.

vus de tout dépôt, leur protoplasme est donc granuleux, elles sont aplaties entre les autres qui sont dilatées et gonflées de substance muqueuse. La muqueuse entière se replie 4 ou 5 fois et ces replis remplissent tout le canal quand il est au repos ; mais si l'œuf vient à passer dans l'oviducte, tous les plis disparaissent et s'effacent complètement. La lumière du canal est alors complètement circulaire et tapissée par un mur régulier de cellules ouvertes qui déversent leur contenu sur l'œuf qui passe.

Notons en dernier lieu la présence d'une couche assez puissante de fibres lisses dans la tunique conjonctive ; en somme, l'oviducte des Tritons est idendique comme aspect et comme structure à la portion moyenne de l'*Alytes* qui ne contient pas de tubules glandulaires (1).

L'oviducte fonctionne plusieurs fois par an, puisqu'il y a plusieurs pontes; il est traversé à chaque ponte par 15 ou 20 œufs, les cellules ne se vident donc pas entièrement, et elles ont le temps de se remplir dans l'intervalle de deux pontes. Les œufs quand ils sont arrivés à la partie inférieure, sont revêtus de trois couches distinctes dans leur enveloppe muqueuse. Les trois couches de revêtement correspondent aux trois régions que nous avons décrites dans l'oviducte. Sur des sections microtomiques, l'interne est assez épaisse, finement striée et formée de couches concentriques minces ; elle est très molle et se liquéfie rapidement dès les premiers jours de développement de l'embryon, pour permettre aux premières cellules leurs mouvements de rotation. La seconde est de loin plus épaisse, elle a le même aspect et la même structure que la première, mais il existe pourtant une ligne de démarcation très nette entre les deux. Elle est plus dure, plus élastique, c'est elle qui sert véritablement d'enveloppe protectrice à l'embryon. La troisième enfin, la plus superficielle, est la plus mince ; sa structure est beaucoup plus irrégulière et granuleuse. Elle est fortement plissée sur les œufs qui ont séjourné dans l'alcool ; sur les œufs frais elle est visqueuse et très adhésive, moins ferme de consistance que les deux autres couches. Elle a pour rôle de coller les œufs ensemble quand ils sont pondus en série, ou bien de les faire adhérer aux brins d'herbe que la femelle plie en deux pour y attacher les œufs (2). La fécondation se produit le plus souvent immédiatement après la ponte, les Tritons ressemblent sous ce rap-

(1) I. Planche V, fig. 59-60.
(2) I. Planche VI, fig. 91.

port à tous les anoures ; comme chez ces derniers aussi tous les phénomènes préparatoires s'accomplissent à l'intérieur du corps, et commencent dans l'ovaire même plus tôt que chez la grenouille ; la seule différence marquante qui existe entre ces deux genres d'animaux, c'est que chez l'un tous les œufs arrivent en maturité en même temps, tandis que chez l'autre la maturation se déclare chez 4 ou 5 seulement à la fois.

Salamandra maculosa. — La salamandre est un batracien urodèle tout à fait remarquable, tant par la beauté de ses éléments cellulaires que par la singularité de ses mœurs et par le fait qu'elle est le seul de nos Batraciens qui soit vivipare. Elle est inconnue dans la basse Belgique et d'autant plus abondante qu'on s'élève dans le Condroz et la haute Ardenne. Son corps est noir sur le dos et brunâtre sur le ventre, avec des taches d'un jaune ocre sur le dos, les côtés et les pattes. Elle peut atteindre jusqu'à 25 centimètres. Elle vit dans les lieux humides et obscurs, elle affectionne les vieux murs, les roches schisteuses, le tronc des vieux arbres. Elle est excessivement défiante, quoiqu'elle vive presque en contact avec l'homme. Elle hiverne le plus souvent dans les caves, dans les anfractuosités des roches. Nous en avons vu au moins deux cents rassemblées dans une fente de calcaire, sous une source qui de mémoire d'homme n'avait jamais été gelée. On avait pratiqué un terrassement à l'endroit où la source suintait continuellement, quand les ouvriers tombèrent tout à coup sur une immense grappe de salamandres entortillées les unes dans les autres. Après leur sommeil hibernal elles sortent de leur retraite vers le mois d'avril ; les femelles vont à l'eau aussitôt pendant quelques instants, pour déposer dans les petits ruisselets ou dans les sources, les jeunes qu'elles ont portés dans l'utérus depuis le mois de juillet de l'année précédente ; puis elles deviennent tout à fait terrestres.

Elles vivent d'insectes, de vers de terre, de limaces. Elles chassent surtout le soir après la pluie et parfois le jour dans les endroits solitaires, après la première averse qui suit une période de sécheresse. Il faut pour en faire la chasse, s'armer d'une lanterne et partir le long des talus, des vieux murs, des grand'-routes, pendant la première moitié de la nuit. On en fait ainsi facilement des captures abondantes. Nous avons essayé plusieurs années consécutives de surprendre la fécondation en liberté sans pouvoir y réussir. Nous avons constaté jusqu'à une certaine époque que les œufs étaient encore dans l'ovaire, les oviductes

et les utérus ne contenaient aucun spermatozoïde. Puis nous restions subitement, 8 parfois 15 jours, sans parvenir à en découvrir une seule. Après cette disparition, elles sortaient de nouveau; mais cette fois toutes les femelles que nous ouvrions portaient dans les utérus des embryons plus ou moins développés. Nous devons donc conclure de ces observations que la fécondation s'opère pendant leur vie souterraine, et qu'il y a vraisemblablement accouplement. Nous avons essayé de les observer en captivité sans avoir mieux réussi. Nous leur avions fait aménager un terrarium d'une dizaine de mètres carrés, dans lequel se trouvaient des pierres en abondance; un lierre garnissait la muraille jusqu'à une hauteur de plus de 4 mètres. Nous avions fait placer un bac à fleur de terre, dans lequel nous faisions renouveler l'eau fréquemment. Le soir, vers neuf heures, nous arrosions abondamment le terrarium pour leur donner l'illusion de la pluie et nous leur jetions en pâture une grande quantité de vers de terre. Nous laissions alors notre lanterne sur le sol, nous sortions de l'enclos en toile métallique qui clôturait le terrarium et nous observions au travers dans le plus grand silence.

Les premières que nous avions mises ainsi en captivité parvinrent à s'échapper, malgré les précautions que nous avions prises. Les unes passèrent sous la cloison de planches qui supportait la toile métallique et qui pourtant était recouverte d'une couche de terre de plus de 10 centimètres; d'autres parvinrent à se glisser entre la cloison et le mur, par des fissures qui n'avaient pas un centimètre d'ouverture; d'autres enfin grimpant le long des tiges et des feuilles du lierre, jusqu'à une hauteur de 1 mètre 80 centimètres, escaladaient rapidement la cloison. Nous en fûmes réduits à faire cimenter tout le pourtour du terrarium ainsi que les moindres fissures, et à couper les branches du lierre qui débordaient la cloison. Cela ne les découragea pas, elles montèrent alors jusqu'au sommet des feuilles les plus élevées, c'est-à-dire à des hauteurs de 5 et 6 mètres. Elles finirent pourtant par s'accoutumer à leur nouvelle demeure.

Quand donc après avoir arrosé le terrarium on observait sans faire le moindre mouvement pendant environ un quart d'heure, on les voyait sortir de leurs retraites et venir renifler et examiner avec le plus grand soin, les vers de terre qui rampaient sur le sol. Elles ne saisissaient que les plus vifs, et jamais ceux qui étaient flasques ou morts. Quand elles avaient fait choix d'une proie, elles saisissaient le ver par la tête et l'avalaient par saccades. J'ai vu des individus dont la taille ne dépassait

pas 10 centimètres s'attaquer à des lombrics de près de 20 centimètres de longueur et en venir à bout. Une lutte vive s'engageait souvent alors, qui durait parfois plus d'une heure et dans laquelle le lombric avait toujours le dessous. Jamais je n'ai observé que deux individus s'attaquassent au même lombric en le saisissant aux extrémités opposées, fait qui est si fréquent chez les Tritons.

Elles ne s'effraient pas du feu ni de la lumière, car la plupart venaient curieusement regarder la flamme de la lanterne qui était heureusement protégée par un globe de verre. Un jour, une petite s'insinua à l'intérieur du globe par l'ouverture circulaire qui sert à l'allumage et s'approcha de la flamme jusqu'à la toucher des lèvres: la chaleur paraissait lui être très agréable. Au moment des amours les mâles recherchent les femelles et les suivent comme les autres urodèles ; les femelles vont alors souvent à l'eau et nagent à la surface, en élevant la tête en l'air avec une très grande agilité. Jamais pourtant nous n'avons pu surprendre l'accouplement ni la ponte ; nous croyons cependant qu'il y a accouplement, car nous avons observé plusieurs tentatives du mâle pour renverser la femelle sur le dos.

Œuf. — L'œuf de Salamandre est le plus volumineux que produisent nos batraciens : à maturité il a la grosseur d'un pois, il est jaune clair sans pigment. Il lui faut environ quatre années d'existence pour arriver à maturité. Vers le mois de juillet de la quatrième année, la vésicule germinative devient tout à fait superficielle ; il est alors facile de la reconnaître à l'œil nu sous forme d'une bâche ronde opaline, tranchant nettement sur le fond blanc du pôle supérieur de l'œuf. A l'époque de la maturation on reconnaît facilement le pôle supérieur de l'œuf à cette particularité qu'il est blanc à son sommet, tandis que le reste est jaune citron. Quelques jours avant la fécondation, le pôle supérieur se déprime en une fossette au fond de laquelle se trouve la vésicule germinative. L'élément nucléinien de la vésicule est représenté par une trentaine de nucléoles volumineux qui se rassemblent à la base du noyau. Ils y subissent diverses modifications caractéristiques, ils se vacuolisent et reprennent la forme filamenteuse habituelle à la nucléine au moment de la cinèse (1). Nous n'avons pas encore été assez heureux jusqu'ici pour suivre le phénomène plus loin.

(1) II. Planche III, fig. 52-55.

Oviducte. — L'oviducte de la Salamandre ressemble comme aspect extérieur à celui des Tritons; il est seulement un peu plus large et moins contourné sur lui-même. On le divise facilement en deux moitiés; la première, la plus sinueuse, est d'un blanc mat; l'autre est plus claire, plus translucide.

La première est essentiellement glandulaire, elle est tapissée de tubules identiques comme structure à ceux de la grenouille. Les tubules sont seulement plus courts et les cellules glandulaires y sont plus larges et plus volumineuses.

La seconde moitié est presque droite, elle sert d'utérus et c'est là que les embryons se développent. Quand les œufs arrivent dans cette espèce de poche allongée, ils sont entourés d'une capsule muqueuse assez mince, qui servira d'enveloppe aux embryons jusqu'au moment de la parturition. Ils se développent rapidement, et vivent pendant les neuf mois de leur vie intra-utérine aux dépens des enclaves vitellines de l'œuf et de la couche muqueuse sécrétée par l'oviducte. L'embryon ne contracte aucune adhérence avec les tissus de la mère ; il n'existe donc pas même une apparence de *placenta*.

Dr Hector Lebrun.

BIBLIOGRAPHIE

I. H. Lebrun. *Recherches sur l'appareil génital femelle de quelques Batraciens.* La Cellule, t. VII, 2e fascicule, 1891.

II. J. B. Carnoy et H. Lebrun. *La vésicule germinative et les globules polaires chez les Batraciens (Salamandre).* La Cellule, t. XII, 2e fascicule, 1897.

III. J. B. Carnoy et H. Lebrun. *La vésicule etc. (Tritons).* La Cellule, t. XIV, 1er fascicule, 1898.

IV. J. B. Carnoy et H. Lebrun. *Les globules polaires etc. (Tritons).* La Cellule, t. XVI, 2e fascicule, 1899.

V. J. B. Carnoy et H. Lebrun. *La vésicule etc. (Grenouilles, Crapauds).* La Cellule, t. XVII. 2e fascicule, 1900.

SYLVICULTURE

—

Influence du « couvert » et de la « couverture » sur le sol forestier. — L'influence du " revêtement des plantes diverses ", autrement dit du *couvert*, sur le sol, est chose bien connue des forestiers. Des météorologistes s'en sont occupés à un point de vue plus général et se sont livrés, à ce sujet, à des expériences qui n'en ont pas moins leur intérêt en sylviculture. Le BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ MÉTÉOROLOGIQUE rapporte, d'après les FORSTLICH METEOROLOGISCHE BEOBACHTUNGEN, les conclusions auxquelles arrive un météorologiste allemand, M. E. Wollny.

Que les grands végétaux ligneux agissent sur le sol de la même manière que les céréales et autres plantes cultivées quoique avec une plus grande intensité, c'est une donnée élémentaire en sylviculture. Il n'en est pas moins intéressant de relever les constatations de M. Wollny. D'après celles-ci, le sol revêtu de végétation est plus frais en été, moins froid en hiver que le sol nu; ces différences s'atténuent durant les demi-saisons ou même y disparaissent et suivent d'ailleurs les écarts de la température ambiante. La présence sur le sol d'une " litière de feuilles mortes " (autrement dit, de ce que les forestiers appellent la *couverture*), accroît, proportionnellement à son épaisseur, l'action des arbres sur la température du sol et en amoindrit ainsi les oscillations. Ces différences sont plus faibles au minimum de température du matin et plus fortes au maximum de l'après-midi.

Voilà pour l'action du couvert sur la température.

Voyons maintenant ce qu'elle est quant au degré d'humidité sur le sol.

Couvert de plantes en végétation celui-ci est, d'après notre météorologiste, moins chargé d'humidité que le sol nu. Ceci pourrait être, dans certains cas, contesté. Il est vrai que cette assertion trop générale est corrigée par une incidente : *à circonstances semblables*. Mais s'il s'agit d'un massif forestier de futaie pleine, par exemple, la portion d'humidité soutirée du sol par la végétation des arbres sera compensée et au delà par le couvert de ces mêmes arbres. En sorte que, ayant reçu à un moment donné, par hypothèse, une même quantité d'eau, un sol nu l'aura perdue, par évaporation, beaucoup plus vite qu'un sol protégé par l'écran ininterrompu formé de la cime des arbres. Il est vrai

qu'il y aurait encore, ici, à distinguer entre le cas d'un sol aride et dur et celui d'un sol ameubli par un récent labour, bien que dépourvus l'un et l'autre de végétation : ce dernier s'évaporera beaucoup moins vite que l'autre, les eaux météoriques le pénétrant beaucoup plus profondément. Néanmoins l'avantage, sous le rapport de la conservation de l'humidité, restera encore au sol protégé par un épais couvert forestier, d'autant plus qu'il le sera en outre par une forte *couverture* composée des feuilles mortes et détritus végétaux de toute sorte en décomposition, accumulés pendant toute la durée de la croissance des arbres qui le dominent, et constituant une couche spongieuse d'humus en formation.

Sans doute, comme le remarque M. Wollny, sous l'influence de " la litière de feuilles mortes ", les arbres croissent mieux et par suite absorbent une plus forte proportion d'humidité; mais celle-ci est toujours inférieure à celle qui est retenue par la couche spongieuse d'humus formé et en formation.

En tant qu'il s'agit de végétation *forestière*, la condition de *circonstances semblables* entre un sol couvert et un sol nu semble donc peu réalisable.

Rôle des lombrics dans le sol arable et forestier. — Ce n'est guère que depuis une vingtaine d'années qu'on a commencé à se rendre sérieusement compte du rôle que remplit dans le mécanisme de la végétation le vulgaire et repoussant lombric ou ver de terre. Darwin avait bien, dès 1837, communiqué à la Société géologique de Londres une petite note sur ce sujet; elle avait passé à peu près inaperçue. C'est seulement en 1882 qu'il publia un travail important sur la collaboration à l'agriculture de la misérable bestiole.

Tout récemment M. Henry, professeur à l'École forestière de Nancy, s'est livré à des recherches spéciales sur le mode d'action des lombrics dans la formation de l'humus et notamment en ce qui concerne le sol forestier ; il en a fait l'objet, dans le courant de la présente année, d'une importante communication à la Société des sciences de Nancy. Nous en résumerons, d'après l'AGRICULTURE PRATIQUE, les principales conclusions.

Les vers de terre hâtent et complètent la décomposition des matières organiques qu'ils viennent chercher à la surface du sol et déposent au fond de leurs galeries pour s'en nourrir. Ensuite, par leurs excrétions, ils les rejettent, décomposées et intimement mêlées aux matières inorganiques qu'ils ont absorbées avec elles. En forêt, les feuilles mortes sont de la sorte plus rapidement transformées en un fécond humus.

Par des analyses de laboratoire il a été reconnu que, par leur passage à travers le tube intestinal des lombrics, lequel est desservi par un suc pancréatique analogue à celui des animaux supérieurs, ces matières subissent des transformations chimiques qui facilitent le dégagement de l'acide carbonique et des éléments solubles qu'elles contiennent.

Enfin, et ceci est plus particulièrement intéressant pour le sylviculteur, le fonctionnement des vers de terre dans le sol a pour effet de rendre celui-ci plus poreux, plus perméable, de lui donner cette structure granuleuse qui le rend pénétrable par les racines des arbres ainsi que par l'air et l'eau qui les vivifient. En un mot, ces modestes animalcules font dans le sol forestier, qui ne comporte pas l'emploi des charrues, scarificateurs, etc., ce que ces divers instruments procurent à la terre arable : l'ameublissement et la perméabilité.

Reconstitution naturelle des forêts en Amérique. — On se plaint, non sans raison, hélas! de la disparition ou au moins de la ruine graduelle des forêts, par une consommation de bois supérieure à la production dans le monde entier.

Il peut arriver cependant que, par une exception à une règle trop générale, la forêt, sur certains points, au lieu de fuir devant l'homme, comme à peu près partout dans l'Amérique septentrionale, gagne au contraire du terrain. Et ce fait extraordinaire se passerait, si l'on en croit la Revue Scientifique, de Paris, dans le Nébraska.

Ce pays occupe à peu près le milieu de la région nord des États-Unis entre le 40e et le 42e degré de latitude boréale, et entre les 98e et 107e méridiens à l'ouest de Paris. Or, dans la partie occidentale de cet État, M. C. E. Bessey a constaté que les peuplements de pins gagnent sur la plaine, en dépit même d'une certaine mortalité qui sévit parfois sur eux. Cet explorateur a constaté le même fait dans le Nébraska oriental, avec cette particularité que le peuplement forestier gagnerait de la vallée sur la montagne. Les anciens habitants du pays affirment avoir vu, depuis vingt-cinq ans, la forêt monter d'un et même de deux kilomètres. L'un assure que toutes les ravines de son voisinage, vides d'arbres en 1872, en sont maintenant couvertes. Un autre signale l'existence d'un peuplement abondant de jeunes chênes et autres arbres bienvenants là où, en 1876, on ne voyait que de mauvaises broussailles. Ici, le bois a gagné près d'un kilomètre en remontant le cours d'un ruisseau ; ailleurs, un beau massif de

chênes de 18 à 20 mètres de hauteur recouvre un emplacement qui n'était que friche ou lande il y a quarante ans.

Le secret de cet envahissement salutaire de la forêt ?

Il est tout entier dans ce fait que, dans le Nébraska, des mesures ont été prises pour empêcher les incendies et l'introduction abusive du bétail. Il n'en a pas fallu davantage : la nature a fait le reste.

On voit par là qu'il suffirait, dans beaucoup de pays, de quelque vigilance pour opérer la reconstitution des forêts par les seules forces de la nature, là où leur existence est nécessaire ou utile.

Arbres exotiques introduits et naturalisés en Allemagne. — D'intéressants essais de naturalisation d'arbres exotiques ont été faits en Allemagne, dont M. de Vilmorin, qui les a visités, a rendu compte à la Société des Agriculteurs de France (1).

Dans la forêt d'Eberswalde, assise sur un sol argilo-siliceux, à 50 kilomètres au nord de Berlin, climat rigoureux et été pluvieux, le sapin de Douglas *(Abies* — ou, plus exactement, *Tsuga* ou *Pseudotsuga* — *Douglasii)* réussit parfaitement. Ce résineux, qui craint le calcaire et l'humidité stagnante, paraît s'accommoder au mieux du sol d'Eberswalde et il ne gèle pas. De jeunes mélèzes du Japon *(Larix japonica)* offrent dans la forêt d'Eberswalde une belle végétation. Dans son pays d'origine, sur les montagnes de Nippon et de Jézo, à l'altitude de 5 à 600 mètres, ce mélèze, *Fusi-Matsu* de son nom japonais, atteint des dimensions considérables. Le *Hinoki*, autre conifère du Japon, en botanique Cyprès de Lawson ou *Chamæcyparis obtusa*, suivant M. de Vilmorin, *Boursierii* suivant M. Carrière (2), *Thuya ou Retinispora obtusa* suivant M. Ussèle (3), réussit moins bien que les précédents. Le *Thuya gigantea*, originaire de la Californie et des montagnes du Nord-Ouest, ne réussit pas non plus à Eberswalde.

Parmi les exotiques feuillus, le chêne rouge *(Quercus rubra)*, le noyer Carya *(Carya amara)*, tous deux d'Amérique, le Négundo de Californie *(Acer negundo californicum)* paraissent donner d'excellents résultats. Le noyer noir d'Amérique *(Juglans*

(1) COMPTES RENDUS des réunions générales des sections en février 1900. 1er fascicule, *Section de sylviculture*, pp. 101 et suiv.

(2) E. A. Carrière, *Traité général des Conifères*, 1867, p. 125.

(3) L. Ussèle, garde général des forêts, *A travers le Japon*, 1891, p. 36.

tière de Belgique, par M. Crahay, inspecteur des Eaux et Forêts (1), à propos des dites essences dans l'Amérique du Nord.

Mentionnons en passant et comme pour mémoire les arbres à dimensions gigantesques qui offrent, par leur stature, un intérêt de curiosité plutôt que pratique. Tel ce *Wellingtonia* ou *Sequoïa gigantea* des environs de Santa-Cruz en Californie, qui ne mesure pas moins de 94 mètres de hauteur et, à deux m. du sol, 4 1/2 m. de *diamètre* (soit $14^m,2$ de circonférence), $2^m,23$ (soit 7 mètres de circonférence) au milieu, ce qui suppose un volume de 366 à 367 mètres cubes.

On n'a pas oublié l'échantillon de 10 mètres de longueur et de 7 mètres de diamètre au milieu, ayant figuré à l'Exposition de Chicago, et provenant d'un Séquoïa de 100 mètres de longueur dont le volume tronconique total avait été évalué à 1200 mètres cubes.

Le plus extraordinaire de ces arbres californiens, aujourd'hui abattu, avait été surnommé le *Père de la forêt* ; il ne mesurait pas moins, dit-on, de 187 mètres de longueur et de 36 m. et demi de circonférence (près de 12 mètres de diamètre; sans doute non loin de la base).

Mayr en cite un autre ayant 60 mètres *sous branches*, et 102 mètres jusqu'au sommet de la cime, avec un diamètre moyen de $3^m,7$.

Mais ce sont là de simples curiosités. Ce qui nous intéresse davantage, ce sont les arbres propres à être employés comme peuplements forestiers. Des deux espèces de *Sequoïa*, *le S. gigantea*, appelé aussi *Wellingtonia*, n'est guère employé en Europe que comme arbre d'ornement, et le *Sequoïa* ou *Taxodium sempervirens*, dont le bois aurait plus de valeur, supporte difficilement nos hivers.

M. Crahay mentionne un épicéa de l'Alaska, *Picea Sitkensis*, ou de Sitka dans l'île Baranoff, qui ne serait autre que l'épicéa de Menzies, ainsi nommé en l'honneur de l'infatigable botaniste qui accompagna Vancouver dans son voyage autour du monde (2). Son aire, très étendue, serait comprise habituellement entre les 40e et 57e parallèles (environs de San Francisco au nord de Sitka) et monterait même jusqu'au 70e, par delà le cercle polaire, en compagnie du *Thuya gigantea* et du *Chamæcyparis* ou Cyprès

(1) Cette conférence a été reproduite dans le BULLETIN de la dite Société, nos de mars 1900 et suivants.

(2) Cf. nos *Conifères indigènes et exotiques*, t. I, p. 144.

de Nutka. Il y parviendrait à 60 et 70 mètres de hauteur, avec 2 et 3 mètres de diamètre (sans doute à la base), mais n'acquerrait ces belles dimensions qu'à l'état de massif : isolé, il se déjette, s'étale en branches et ne monte pas. Planté en Allemagne depuis une trentaine d'années, il y a donné de bons résultats.

Le Sapin ou *Pseudotsuga* de Douglas est aussi un arbre du Nord-Ouest de l'Amérique, entre les 42e et 52e parallèles, et allant même jusqu'au 55e (en Amérique: milieu de la Colombie anglaise, en Europe : Glascow, Copenhague). Il peuple de vastes forêts en Colombie, à Vancouver, et s'étend jusqu'au nord de la Californie. Planté assez abondamment depuis 25 ou 30 ans en Allemagne, en Angleterre, en Belgique, sur des terrains sablonneux, schisteux, argileux, même jurassiques, il y montre jusqu'ici une croissance rapide et une assez grande rusticité, dans des régions, il est vrai, à atmosphère humide. Son bois serait analogue à celui du sapin commun (1).

Du pin Weymouth (Pin du Lord ou Pin de Lord Weymouth, botaniquement *P. Strobus*), arbre des monts Alléghanys, mais depuis longtemps fort répandu en Europe où il est très connu, nous dirons peu de chose, si ce n'est qu'il réclame un sol non dénué de fraîcheur, et que, contrairement à l'opinion commune qui attribue à ce pin, en Europe du moins, un bois de très mauvaise qualité, certains expérimentateurs estiment ce bois d'une bonne qualité moyenne (2).

Un houx gigantesque. — Le houx, *Ilex aquifolium*, de l'ordre des Dialypétales hypogynes, n'est le plus souvent qu'un modeste arbuste de 1 à 2 mètres de hauteur, parfois même une simple broussaille étalée sur le sol. Dans certaines contrées cependant, telles que la France centrale et le Bocage vendéen, et dans des conditions de végétation particulièrement favorables, il peut acquérir les dimensions d'un arbre véritable, arbre de troisième grandeur seulement, à tige droite avec cime de forme

(1) Cf. BULLETIN DE LA SOC. CENTR. FOR. DE BELG., avril 1900, p. 294.

(2) A la Société des Agriculteurs de France, section de sylviculture, M. du Pré Saint-Maur, possesseur d'importants peuplements de cette essence, fait connaître qu'il vend ses arbres avec succès pour fabrication de voliges, planches, chevrons, filières, faîtages (BULLETIN du 15 juillet 1900). — M. Crahay fait observer qu'on s'est peut-être fondé, pour déprécier la qualité du bois du *Pinus strobus*, sur des arbres coupés jeunes et avant maturité (BULLETIN DE LA SOC. CENTR. FOR. DE BELG., avril 1900).

pyramidale, atteignant 8 et même quelquefois 10 mètres de hauteur, sur un diamètre de $0^m,50$ à la base.

Mais on cite (1), dans le pays de Galles (2), un houx hors de toute proportion avec les plus forts de ses congénères connus. Il ne mesurerait pas moins de 20 m. de hauteur avec un diamètre, au-dessus des racines, de plus de 3 mètres (30 pieds de circonférence !). Sa cime, qui compte seize branches principales, couvre une surface de 380 mètres carrés (22 mètres de diamètre).

Ce vénérable patriarche, dont l'âge est évalué à environ six siècles, loin de montrer des signes de dépérissement, serait encore plein de vigueur et de vie.

La sylviculture au canal de Suez. — Ce n'est pas seulement à la préservation des versants montagneux que sert la végétation et surtout la végétation ligneuse. La Compagnie du canal de Suez emploie fort utilement arbustes, arbrisseaux et grands arbres pour consolider ses berges et préserver le canal maritime comme le canal d'eau douce de l'envahissement des sables du désert. L'opération a commencé en 1897 et se poursuit d'année en année avec les correctifs et les améliorations dictés par l'expérience acquise.

Pour atténuer les effets d'érosion, sur la base des berges du canal maritime, des remous causés par le passage des navires, on plante à la ligne d'eau un Roseau de grande dimension, *Arundo gigantea*, qui croît rapidement le pied dans l'eau et élève promptement sa tige à une hauteur de 3 à 6 mètres. Plus haut, sur le versant des berges, on emploie avec succès plusieurs variétés de Tamarix *(T. gallica, T. nilotica, T. articulata)*, dont les branches s'enracinent quand le sable vient à les recouvrir, et qu'on entremêle de plantes herbacées comme l'Arroche *(Atriplex halimus)* et l'Alfa *(Stipa tenax)*.

De plus, il était nécessaire de protéger les canaux contre l'envahissement des sables du désert poussés par le vent. Pour y arriver on a établi, à cent mètres environ de la ligne d'eau, des rideaux formés d'espèces arborescentes sur une largeur de cinquante mètres. Le Filao à feuilles de presle *(Casuarina equisitifolia)*, arbre australien très bien naturalisé en Égypte; l'Acacia

(1) C. le BULLETIN DE LA SOC. CENTR. FOR. DE BELGIQUE, livraison de janvier 1900.

(2) Non loin de Lhanidoes, dans une propriété appartenant au colonel Lloyd-Verney.

du Nil *(A. nilotica)*, les Eucalyptus *globulus* et *robusta*; le Cyprès de Lambert ou à gros fruits *(Cupressus macrocarpa* ou *lambertiana)*; les Figuiers à caoutchouc et du Bengale *(Ficus elastica. F. bengalensis)*; des Peupliers, des Mûriers et jusqu'au Sycomore, se comportent généralement bien dans ces plantations, surtout dans les sols siliceux; ce n'est toutefois que grâce à des irrigations obtenues par des prises faites sur les canaux d'eau douce dérivés du Nil pour l'alimentation des habitants.

Sur les points où le sol se trouve être argileux, compact ou trop salé, la végétation est plus rebelle. On a eu l'idée d'y faire arriver, après labour, les eaux limoneuses du Nil pour obtenir une sorte de colmatage fécondant; et dès à présent on y fait venir à bien des Tamarix, des Saules et l'Arroche.

Sur les berges où le remous des navires compromettrait le succès des jeunes plantations de Roseaux, on les protège pendant les premières années avec des fascinages qu'on transporte ailleurs lorsque les plants ainsi protégés ont acquis une force suffisante.

Il y a là un cas assez curieux et intéressant d'application de la sylviculture à la protection du canal de Suez (1).

Glissements de montagnes déboisées. — Sainte-Foy de Tarentaise est un petit village de la Savoie situé non loin des rives de l'Isère, en amont de Bourg-Saint-Maurice, tout près de la frontière et du Petit Saint-Bernard, en même temps qu'à une trentaine de kilomètres au nord-est de Moutiers.

On signalait en octobre dernier les effets de disjonction des murs de ce village par suite du glissement lent mais continu du plateau sur lequel il est construit. Les eaux torrentueuses de l'Isère affouillent constamment la base du renflement montagneux qui le supporte, formé d'un massif de boue glaciaire qui ne repose pas sur le roc dur.

Ces affouillements et le glissement qui s'ensuit sont attribués au déboisement incessamment opéré par les habitants, soit en abattant ou arrachant sans modération ni règle les arbres, soit (pis encore) en jetant au pâturage, dès les premiers effluves du printemps, des centaines de chèvres et des milliers de moutons.

Les eaux provenant des pluies et de la fonte des neiges, n'étant

(1) Les données ci-dessus ont été puisées dans un rapport de M. Boucard, vice-président de la Compagnie de Suez, rapport reproduit par le Cosmos, octobre 1899.

plus retenues par une végétation suffisamment vigoureuse, creusent des ravines, se rassemblent en masses irrésistibles qui emportent les terres et se précipitent, chargées de blocs de pierre, de galets, de graviers et de limons, dans le lit de la rivière : celle-ci déborde en corrodant ses rives et sapant ainsi peu à peu la base des montagnes qui longent sa rive droite en ce point. Déjà, cinq années auparavant, sur le bord du Saint-Claude, torrent affluent de l'Isère, le village de Champeix avait été emporté, à la suite d'une période de pluies abondantes, par l'écroulement d'un pan de montagne déboisé sur la rive droite de ce torrent. Toute une vallée fertile fut comblée par les décombres, et les habitants du village n'eurent que le temps de s'enfuir pour sauver du moins leurs personnes, sinon leurs biens.

M. Émile Maison, à qui nous empruntons ces détails (1), ajoute que le service des Eaux et Forêts fait de louables efforts pour parer au danger de ces catastrophes, en effectuant des reboisements et construisant de puissants barrages pour retarder, graduer et régulariser la descente des eaux. Mais comme les habitants continuent à déboiser tout le terrain que le service forestier ne détient pas, il est à craindre que les efforts de ce dernier n'aient que des effets insuffisants.

Il faudrait, pour bien faire, que l'administration pût englober tous les terrains intéressés. Mais pour cela il faut acheter les terrains, et les habitants ne consentent à ce qu'on les garantisse contre le danger des éboulements qu'en se faisant payer leurs terrains à des prix tellement exorbitants que force est bien de se borner à ceux qui sont le plus immédiatement menacés.

Le peu d'empressement, pour ne pas dire le mauvais vouloir des populations locales, a toujours été et reste toujours le grand obstacle à la bonne et prompte restauration des montagnes.

Contre les incendies dans les pignadas du Sud-Ouest (2). — La région des Landes de Gascogne, comprise entre les rives de l'Océan atlantique et les vallées de la Garonne et de l'Adour, occupe une étendue de 800 000 hectares répartis entre les trois départements des Landes, de la Gironde et du Lot-et-Garonne, et comprenant, en dehors des dunes du littoral, une immense plaine à pentes presque insensibles.

(1) *Conséquences du déboisement en pays de montagne*, dans le Cosmos.

(2) *Dunes et landes de Gascogne. Défense des forêts contre les incendies*, par M. Delassasseigne, inspecteur des Eaux et Forêts. Paris, Imprimerie nationale, 1900.

130 000 hectares seulement de cette surface sont cultivés. Le surplus, soit 670 000 hectares, est à l'état soit de pignadas purs, soit en peuplements de pins maritimes et chênes divers mélangés. Ces essences, le pin maritime surtout, n'ont, on le sait, qu'un couvert très léger. Sous ce faible ombrage croît un abondant sous-bois de bruyères, d'ajoncs, de fougères qui, toujours plus ou moins desséchés en été, fournissent un aliment pour ainsi dire inépuisable à l'incendie lorsque la moindre étincelle vient à y tomber. Et le feu, rencontrant des pins gorgés de résine suintant le long des *quarres* ou entailles longitudinales faites à l'écorce pour en favoriser l'écoulement, se communique à ces arbres eux-mêmes qui, lançant à distance, sous l'action du vent, des flammèches embrasées, propagent au loin le fléau et souvent avec une grande rapidité. L'administration forestière, sur les 60 000 hectares soumis à sa gestion comme propriétés domaniales ou communales, ouvre des *garde-feux* ou *pare-feux*, consistant en tranchées de 10 à 15 mètres de large soigneusement essartées, distantes de 500 à 1000 mètres : leur but est, en cas de vent faible, d'arrêter la marche de l'incendie, dans le cas de vents forts, qui est le plus fréquent, de fournir des bases aux contre-feux. L'administration appose des écriteaux rappelant la défense de fumer (précaution assez vaine), et, ce qui est plus efficace, fait exercer pendant la saison sèche une surveillance spéciale; elle fait débroussailler les abords des chemins, établit des lignes téléphoniques pour hâter, en cas d'incendie, l'apport des secours, et entretient dans chaque maison de garde un jeu d'outils spéciaux.

Les mesures de préservation sont beaucoup plus difficiles à établir dans les 600 000 hectares non soumis au régime forestier. Sur l'avis très explicite des sénateurs et députés de la région, un projet de loi avait été préparé en 1873 et 1874 qui permettait de coordonner et d'unifier les efforts tant de défense que de protection. Mais il rencontra une telle opposition chez les hommes politiques du département des Landes qu'il fallut y renoncer. Vinrent les vastes incendies de 1899, et sous le coup de l'émotion qui s'en est suivie, un nouveau projet de loi a été rédigé qui a reçu l'approbation du Conseil général de la Gironde et du Conseil d'arrondissement de Bordeaux. Reste à connaître l'avis des autres conseils électifs intéressés.

On voit que la question n'est pas encore près d'être résolue.

Sans parler de la malveillance, qui, malheureusement, n'est pas toujours étrangère au sinistre, les causes d'incendies sont multiples et fréquentes : imprudence des fumeurs et des chasseurs,

des ouvriers faisant cuire leurs aliments; mise à feu sans précautions suffisantes des fours à charbon; écobuage à feu courant des terres arables; passage des locomotives sur les railways; lancement au gré du vent, les jours de fête, de petits ballons sous l'ouverture desquels on place une éponge imbibée d'alcool ou de pétrole et allumée (véritables montgolfières); enfin parfois la foudre.

Quand le feu prend par un vent modéré, on peut, avec un personnel suffisant, s'en rendre maître au moyen du *battage;* cela consiste à frapper les broussailles enflammées avec des branches ou de jeunes tiges et à éteindre le sous-bois avant que le feu ait gagné les arbres. Mais quand le vent est violent, la propagation de l'incendie est trop rapide pour que ce moyen soit efficace : la seule ressource est alors d'ouvrir un *contre-feu*, c'est-à-dire, en s'appuyant sur une lisière, sur une route, un sentier, une clairière, un vide quelconque, d'allumer un autre incendie dirigé de manière à marcher à la rencontre du premier qui s'arrête ensuite faute d'aliment.

C'est surtout à des moyens préventifs, à des moyens de *protection* qu'il convient d'avoir recours.

Répartition des produits affouagers des forêts communales. — L'*affouage*, dans les forêts communales de France, est l'affectation en nature aux habitants d'une commune ou section de commune, des produits de la coupe annuelle dans les forêts appartenant à cette commune ou section de commune.

D'après le Code forestier promulgué en 1827, le partage devait se faire *par feu*, c'est-à-dire par chef de famille ayant domicile réel et fixe dans la commune. Mais la loi de 1827 ajoutait cette restriction : " s'il n'y a titre ou usage contraire „. Il en résulta que dans un grand nombre de communes le partage ne pouvait se faire par feu, et que l'application des titres ou usages entraînait une foule de difficultés et de complications non seulement préjudiciables aux communes et aux habitants eux-mêmes, mais souvent obligeant à dépasser la possibilité des forêts.

Une disposition législative fut prise en 1883 pour remédier à cet état de choses. Elle supprima la plupart des usages anciens contraires à la distribution par feu, mais, par la définition qu'elle donna du *feu* affouagiste, introduisit, sans que le législateur s'en soit aperçu, une nouvelle source de difficultés et d'abus dans la répartition des produits de la coupe annuelle.

D'après cette définition, est considéré comme "chef de famille„,

c'est-à-dire comme ayant droit à une part d'affouage : " tout individu possédant un ménage ou une habitation à feu distincte, soit qu'il y prépare la nourriture pour lui et les siens, soit que, vivant avec d'autres à une table commune, il possède des propriétés divisées, qu'il exerce une industrie distincte ou qu'il ait des intérêts séparés ".

Grâce à cette rédaction, l'on est tombé de Carybde en Scylla. Elle est en effet devenue bien vite une source de fraudes et de supercheries de toute sorte. Qu'une maison contienne plusieurs chambres à feu, rien n'est plus facile à autant de membres d'une même famille, ou de parents vivant en commun, de former autant de *feux* affouagistes que de chambres en simulant, par partages fictifs ou autrement, des propriétés divisées ou des intérêts distincts. D'autre part, le principe même du partage par feu a l'inconvénient, mal conforme à l'équité, d'accorder une part de bois aussi forte au célibataire qu'au chef d'une nombreuse famille; et dans les communes possédant une propriété forestière importante, ce qui est fréquent dans les départements de l'Est, ce mode de répartition est un encouragement au célibat (1).

En somme, l'inconvénient du partage par feux, que signalait déjà, en 1836, le célèbre jurisconsulte Proudhon (ne pas confondre avec le fougueux révolutionnaire de 1848), n'a été que déplacé: il n'a pas été supprimé par l'amendement de 1883.

La solution qui semblerait la plus rationnelle serait le partage des produits affouagers par tête d'habitant, ce qui proportionnerait la quantité de bois délivrable à l'importance des familles. Soit une famille comprenant le père, la mère et cinq enfants, je suppose, elle aurait droit à sept parts. Une personne célibataire vivant seule n'aurait droit qu'à une part. Deux frères ou deux sœurs faisant ménage commun, par exemple, auraient droit à deux parts, à trois parts s'ils avaient à leur service une personne vivant et demeurant sous leur toit.

La possibilité de la forêt serait, dans ce système, entièrement désintéressée, le partage ou la division des produits de la coupe en autant de lots que de têtes d'habitants étant toujours essentiellement subordonné à la consistance de celle-ci.

Il importe de noter, pour justifier l'équité d'une telle solution, que l'affouage dans une forêt communale, au profit des habitants de la commune propriétaire, ne saurait être assimilé à

(1) Cf. le BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ FORESTIÈRE DE FRANCHECOMTÉ ET DE BELFORT, année 1899. Conférence de M. L. Germain.

un affouage de droit d'usage dans une forêt de l'État ou d'un particulier. En ce dernier cas, l'affouage est une redevance due à des tiers par le propriétaire du fonds sous certaines conditions déterminées. Tandis que l'affouage communal est au contraire un mode de jouissance par le propriétaire lui-même, lequel se compose de tous les membres de la communauté, autrement dit de tous les habitants de la commune.

Chauffage à la sciure de bois. — Dans les scieries forestières de quelque importance, l'amoncellement en monticules énormes de la sciure est souvent un embarras extrême pour les industriels, cette matière étant d'un emploi à peu près nul et partant d'une défaite difficile.

La Revue Scientifique signale l'ingénieux procédé employé en Autriche, par une importante usine de scierie mécanique, la Scierie Fialla, pour tirer parti et profit de cette nature de déchet.

La sciure, imprégnée de matières goudronneuses, est mise à chauffer jusqu'à ce que ces matières soient près de se séparer. A ce moment elle est projetée sur des plaques de fer chauffées à la vapeur, puis saisie par une vis d'Archimède qui l'entraîne dans une presse à briquettes. Celle-ci façonne, à la minute, 19 briquettes mesurant chacune 130 × 67 × 30 millimètres et pesant 200 grammes, d'un pouvoir calorifique analogue à celui du lignite, et ne donnant, à la combustion, que 4 p. c. de cendres.

Le prix de revient de ce nouveau produit est de 80 centimes au mille, et le prix de vente peut s'élever jusqu'à 5 francs. En l'évaluant seulement à 3 fr., le bénéfice est encore important, surtout si l'on considère que la maison Fialla fabrique six millions de ces briquettes par an. Pour ce nombre, le prix de fabrication s'élèverait seulement à 4800 fr., tandis que le prix de vente s'élèverait, à raison de 3 fr. le mille, à 18 000 fr. et à 30 000 fr. si le prix de vente se traitait à 5 fr. le mille.

Migrations et avenir du pin sylvestre. — A 14 kilomètres au sud-est de Troyes, aux abords de la voie ferrée allant de cette ville à Dijon par Is-sur-Tille, il existe, non loin de la gare de Clérey, une carrière de ballast d'une longueur de trois kilomètres et légèrement inclinée vers la Seine. La composition géologique de cet emplacement se rattache aux alluvions anciennes des vallées. Le terrain en est composé principalement de graviers calcaires amenés autrefois par les eaux et provenant des roches jurassiques et crétacées existant en amont. Des bancs de

matériaux plus fins de même origine sont intercalés çà et là dans l'épaisseur du lit de graviers.

M. Fliche, professeur de sciences naturelles à l'École forestière de Nancy, a découvert et recueilli dans ce terrain d'importants débris fossiles (notamment des cônes) de pin sylvestre qui lui ont permis d'établir quelle a été à diverses époques l'aire de cette essence en Champagne et dans la région avoisinante. Mieux encore, par comparaison avec des débris analogues recueillis dans d'autres gisements en France et hors de France, et avec la faune fossile qui les accompagnait souvent, le savant paléontologiste a pu reconnaître les migrations du pin sylvestre en divers points de l'Europe. Nous résumons comme suit les conclusions de deux mémoires qu'il a publiés sur ce sujet (1).

Ce serait à la fin du pliocène que le pin sylvestre aurait fait sa première apparition en Europe, à Cromer (Angleterre) et aux environs de Copenhague, immigré probablement de stations plus septentrionales. Plus tard, sous l'influence de la première grande extension des glaciers, il est descendu jusque dans l'Italie méridionale, notamment aux environs d'Arcoli Piceno, entre les Marches et les Abbruzzes, où croît aujourd'hui l'olivier. Le climat s'adoucissant pendant la période interglaciaire, le pin sylvestre quitte l'Italie méridionale, s'installe en Suisse, dans le Tyrol, dans l'Allemagne du Nord, et jusqu'à Clérey en Champagne. Puis, tout en se maintenant dans ces divers pays, il prend possession du Danemark, de la Norwège et de la Suède, pour y céder ensuite la place, par effet sans doute d'un climat devenu plus humide et moins froid, au chêne d'abord, au hêtre ensuite. En même temps il abandonne en France les plaines, les coteaux, les collines, où les feuillus le remplacent, pour se réfugier dans la haute montagne.

M. Fliche estime que ce dernier mouvement correspond avec la fin de l'époque néolithique ou même avec le commencement de l'âge des métaux.

En Champagne et dans les pays environnants, le pin sylvestre aurait paru pour la première fois aux temps du mammouth " qui a vécu sous son ombrage ". Mais il lui a survécu et a persisté jusqu'à une époque relativement avancée de la période actuelle.

(1) *Sur la présence du pin sylvestre dans les graviers quaternaires aux environs de Troyes*, par M. Paul Fliche. COMPTES RENDUS DE L'ACAD. DES SC., déc. 1898. — *Le pin sylvestre dans les terrains quaternaires de Clérey*, par le même. MÉMOIRES DE LA SOCIÉTÉ ACADÉMIQUE DE L'AUBE, 1900.

Après quoi il a disparu. C'est seulement à la fin du siècle dernier et surtout en la durée du siècle aujourd'hui finissant qu'il y est revenu, ramené par la main de l'homme, tant pour reconstituer des forêts inconsidérément détruites ou pour refaire le sol et la consistance de forêts plus ou moins ruinées, que pour couvrir de végétation les terrains ingrats de la Champagne crayeuse. L'auteur cite à ce propos, comme exemple de reconstitution de forêts ruinées à l'aide du pin sylvestre, la forêt domaniale du Thureau du Bard, assise sur les sables verts de l'Yonne, aux environs d'Auxerre, où de jeunes pineraies créées depuis une trentaine d'années luttent avantageusement avec les feuillus indigènes (1).

Quant à l'implantation de notre arbre sur les sols crayeux de la Champagne, l'auteur ne pense pas que, sans le concours de l'homme, elle puisse se maintenir à l'état de forêts permanentes, bien que les jeunes semis naturels provenant d'arbres de plantation s'y maintiennent fort bien. Mais à partir de 30 ou 40 ans leur végétation se ralentit, devient moins vigoureuse, ce qui les rend d'autant plus facilement victimes des ennemis tant animaux que végétaux qui les entourent.

Nous pensons toutefois que cette induction, si vraisemblable qu'elle soit pour les parties crayeuses de la Champagne, ne doit pas être uniformément généralisée. Dans les sables siliceux comme ceux des plaines de la Sologne, par exemple, et d'une manière générale dans les sols moins arides que celui qu'on a appelé, non sans motif apparemment, la *Champagne pouilleuse*, le pin sylvestre doit pouvoir atteindre son développement régulier et normal et donner une valeur croissante à beaucoup de terres autrement improductives.

C. DE KIRWAN.

HYGIÈNE

—

Recherches sur l'obtention d'un sérum antituberculineux. — Bien que ce sujet ne rentre pas précisément dans le

(1) Nous sera-t-il permis de rappeler que, ayant administré cette forêt pendant sept ans, de 1869 à 1876, l'auteur de ces lignes s'était particulièrement intéressé aux plantations de résineux qui s'y firent chaque année ?

cadre d'un bulletin d'hygiène, nous voulons en faire mention ici; car nous considérons la tuberculose, le plus grand ennemi de l'espèce humaine, comme l'une des maladies les plus justiciables de l'hygiène. Aussi l'hygiéniste ne saurait-il se désintéresser d'une question qui a rapport à la tuberculose.

En 1895 Behring et Knor ont démontré que le sang des animaux auxquels on a injecté de la tuberculine contenait de l'antituberculine, qui en neutralise plus ou moins les effets, sans qu'on soit fondé à lui reconnaître un pouvoir antituberculeux proprement dit. Il était néanmoins intéressant de chercher les moyens les plus favorables à la production de l'antituberculine. Déjà de nombreux auteurs avaient institué des expériences dans cette voie, mais en recourant à des procédés souvent fort compliqués. MM. Arloing et Guinard se sont demandé la valeur antituberculineuse qu'acquerrait le sérum de la chèvre, si on injectait isolément à six sujets de cette espèce les substances suivantes : 1° des bacilles très actifs de la tuberculose ; 2° la tuberculine de l'institut Pasteur ; 3° une tuberculine préparée par eux-mêmes ; 4° une tuberculine obtenue en soumettant à une température de 85 à 90° C. des bacilles retirés des cultures ; 5° une tuberculine préparée en traitant les cultures par l'alcool ; 6° une tuberculine obtenue sans l'emploi de l'alcool.

Pour apprécier le pouvoir antituberculineux du sérum des chèvres soumises à cette expérience, on injecta de ce sérum à des cobayes auxquels on avait au préalable injecté de la tuberculine. Il résulta de ces recherches que le sérum des chèvres inoculées avec les trois premières substances ci-dessus énumérées fut supérieur à celui des chèvres auxquelles on avait injecté les trois dernières, et que dans la première catégorie le plus actif de ces sérums fut celui qui avait reçu les bacilles virulents de Kock.

Le sérum du bœuf peut fournir des résultats semblables à celui de la chèvre, à la condition qu'on fasse au bovidé des inoculations sous-cutanées. Il acquiert *alors* la même résistance que la chèvre à la tuberculose et devient ainsi par la quantité qu'il peut en fournir un animal précieux pour la récolte du sérum antituberculineux. Quel profit la clinique retirera-t-elle de ces expériences ? Nous ne pouvons le dire encore en termes positifs (1).

(1) Communication faite au Congrès international de médecine, 6 août 1900; in L'Écho médical de Lyon, 15 août 1900.

De la répartition géographique du goitre en France. — Jusqu'ici on n'avait sur ce sujet, malgré les travaux d'une commission composée de médecins éminents, et les recherches du Dr de St-Lager, que des données fort incomplètes. Il est vrai que ces documents sont antérieurs à la loi sur le recrutement militaire qui régit actuellement la France. Mais depuis que cette loi est en vigueur on possède des renseignements certains, basés sur le contrôle des médecins qui président aux conseils de révision.

D'après ces renseignements, l'auteur partage les départements français en six catégories :

La première compte six départements qui sur 1000 jeunes gens de 20 ans, ont de 10 à 45 goitreux. Ce sont : la Haute-Savoie 45, la Savoie 23, les Hautes-Alpes 16, l'Ardèche 13, les Hautes-Pyrénées 12, les Basses-Alpes 10.

La deuxième comprend quinze départements qui ont de 5 à 10 jeunes gens goitreux sur mille. Ce sont : la Corrèze 9,7, puis la Lozère, la Loire, l'Ariège, les Landes, la Dordogne, les Basses-Pyrénées, le Cantal, l'Aveyron, l'Isère, le Puy-de-Dôme, les Vosges, la Haute-Saône, le Rhône, la Saône-et-Loire, 5,02.

La troisième catégorie a de 2,5 à 5 goitreux pour mille. Elle compte quatorze départements : le Vaucluse 4,7, la Drôme, le Jura, l'Orne, la Haute-Loire, les Alpes-Maritimes, le Doubs, le Gard, la Haute-Marne, la Haute-Garonne, les Pyrénées-Orientales, le Lot, l'Ain, l'Aisne, 2,5.

La quatrième catégorie compte les départements qui ont de 1,25 à 2,50 goitreux pour mille conscrits. Ils sont au nombre de vingt : la Creuse, la Haute-Vienne, la Sarthe, l'Allier, l'Aude, le Hérault, l'Aube, la Seine-Inférieure, la Vendée, les Bouches-du-Rhône, l'Eure, la Nièvre, le Tarn, la Charente, la Somme, le Loiret, la Meuse, la Mayenne, la Marne, la Meurthe-et-Moselle.

La cinquième catégorie renferme de 1/2 à 1,25 goitreux pour mille. Elle comprend les dix-neuf départements suivants : les Deux-Sèvres, l'Oise, la Côte d'or, la Gironde, le Cher, la Seine-et-Oise, le Var, le Calvados, les Ardennes, l'Indre, la Seine-et-Marne, la Charente-Inférieure, le Nord, le Pas-de-Calais, l'Indre-et-Loire, la Corse, la Vienne, le Maine-et-Loire, le Tarn-et-Garonne.

Enfin, dans la sixième catégorie qui compte onze départements le goitre fait pour ainsi dire défaut. Elle comprend : le Gers, la Manche, la Loire-Inférieure, l'Eure-et-Loir, le Loir-et-

Cher, l'Ile-et-Vilaine, la Seine, les Côtes-du-Nord, le Morbihan, le Lot-et-Garonne et le Finistère.

Le goitre ne paraît pas disséminé au hasard sur le territoire français. Les régions des Alpes, des Pyrénées, du Plateau central, du Jura et des Vosges lui servent particulièrement d'habitat. Pourtant, sur la carte deux départements, l'Aisne et l'Orne font tache sur la partie claire des régions indemnes.

Dans les départements où on la rencontre, la maladie sévit elle aujourd'hui avec la même intensité que précédemment? On peut dire que si elle a présenté une marche sensiblement progressive dans quelques-uns, si elle est en décroissance dans certains autres, il est difficile de se prononcer pour beaucoup d'entre eux pris isolément. Dans l'ensemble, il est permis de dire que la maladie diminue. Mais s'il paraît facile théoriquement d'évaluer cette décroissance, pratiquement l'évaluation ne peut être appréciée.

L'auteur rapprochant ses calculs de ceux du Dr Baillarger, dit qu'il y a au moins de quatre à cinq cent mille goitreux en France (1).

Tuberculose et pleurésies séro-fibrineuses. — C'est presque un dogme pour la plupart des médecins de notre époque que les pleurésies séreuses, disons les pleurésies simples, sont de nature tuberculeuse. Et l'on serait mal venu si on voulait le leur contester. Et cependant il ne manque pas de cliniciens dont l'observation répugne à cette affirmation. Ils ont vu des pleurésies qu'ils rattachent au rhumatisme, comme manifestations isolées ou comme complications d'une localisation franchement rhumatismale ; ils ont vu ces pleurésies guérir sans laisser de traces apparentes. Et quand, après de longues années, ils retrouvent en pleine santé leurs pleurétiques d'autrefois, on conçoit qu'ils ne veulent pas admettre la nature tuberculeuse de la maladie qu'ils ont traitée. Est-ce à dire pourtant que cette maladie ne puisse être due à des granulations spécifiques (tubercules) primitivement fixées sur la plèvre ? M. le Professeur Dandois de Louvain n'admet pas que la guérison d'une pleurésie suffise pour l'exclure du cadre de la tuberculose. " Quoi d'étonnant écrit-il avec Granches, la tuberculose n'est-elle pas la maladie

(1) Communication de M. Lucien Mayot faite à l'Académie de Médecine par M. le Professeur Poncet, le 12 juin 1900. V. in L'ECHO MÉDICAL DE LYON, 15 août 1900.

chronique la plus curable et parmi les diverses manifestations tuberculeuses, les maladies des séreuses, la tuberculose péritonéale entre autres, ne sont-elles pas les plus bénignes et les plus curables ? »

Nous nous permettrons de faire remarquer, contrairement à cette assertion, qu'à notre avis il y a une différence quant à la durée entre une péritonite tuberculeuse et les pleurésies séreuses que nous avons en vue et qui ne méritent pas précisément d'être rangées parmi les maladies chroniques. Et puis, si la maladie tuberculeuse est curable, n'est-ce pas surtout grâce à un mode d'intervention, l'incision large de la paroi, à laquelle on ne recourt guère non plus dans le traitement des pleurésies simples?

Quoi qu'il en soit, les expériences de Netter, de Chauffard et de Gombault appuient, dans un sens restrictif toutefois, l'opinion admise de nos jours. En injectant dans le péritoine de cobayes la sérosité des malades atteints d'une pleurésie qui ne semblait point suspecte, ils ont réussi 40 fois sur 100 à rendre ces animaux tuberculeux.

D'un autre côté, nous savons qu'en Allemagne l'injection de la tuberculine pratiquée dans le cas de pleurésies simples en apparence a donné des résultats positifs en plus grand nombre encore.

Et cependant nous aimons à exposer ici avec quelques détails les recherches d'un médecin de la marine française, M. Salanoue-Ipin, qui a colligé tous les cas de pleurésie traités à l'hôpital militaire de Brest pendant douze ans, de 1877 à 1889. Il a écarté tous les cas de pleurésies manifestement tuberculeuses, les cas de pleurésies sèches ou purulentes ou suspectes, pour ne conserver que les cas de pleurésies essentielles, dues apparemment à un refroidissement. Il a réuni ainsi 352 cas et il a tenu à savoir ce qu'étaient devenus les malades jusqu'à l'âge de 50 ans, âge ultime que permette de contrôler l'administration de la marine.

Sur les 352 malades dont il est question,
32 sont morts en cours de maladie,
320 sont sortis de l'hôpital apparemment guéris.

Depuis lors 40,49 pour cent sont morts, soit 131,
59,06 » survivent, soit 189.

La tuberculose soit pulmonaire, soit abdominale, soit osseuse, est la maladie qui a causé la grande majorité des décès. Et en

comptant comme tuberculeux les décédés sur lesquels les renseignements font défaut, qu'ils aient péri en mer ou aient succombé à une autre maladie, on arrive au chiffre de 118 décès par tuberculose après pleurésie guérie, soit 36,87 p. c., soit un peu plus d'un tiers.

Les malades qui meurent manifestement tuberculeux après avoir fait une pleurésie, succombent généralement dans les premières années qui suivent la maladie. Il est très rare qu'ils succombent après une dizaine d'années (1).

Arthritisme et végétarisme. — Un malade arthritique présentant diverses manifestations cutanées de son mal : eczéma, furoncles... avait essayé en vain tous les remèdes, y compris la levure de bière qu'il prit à dose suffisante : la levurine elle-même dut être abandonnée au bout de quinze jours sans avoir donné de meilleur résultat. Les clous se montraient désespérément.

On suggéra alors au malade l'idée d'abandonner le régime carné. Les œufs, les légumes, les fécules, les fromages non faisandés, les fruits composèrent toute son alimentation et il ne prit pour boissons que de l'eau simple, de l'eau minérale, du thé, du café.

Dès ce moment, aucun nouveau clou n'apparut, les anciens disparurent progressivement, les éruptions diverses se dissipèrent. Et ce ne fut qu'après guérison complète que notre arthritique reprit de la viande, une seule fois par jour, en quantité modérée.

Il y a dans ce fait un exemple et un enseignement. Nous les soumettons tous les deux à l'attention du lecteur (2).

Combien de temps faut-il laisser les nouveau-nés débiles dans la couveuse? — Quand un enfant vient au monde assez longtemps avant le terme normal de la grossesse ou dans des conditions de grande débilité, on est généralement d'accord pour reconnaître l'utilité et la nécessité d'une couveuse. Cette pratique dans le service d'une maternité à Paris a abaissé la mortalité des prématurés de 66 à 36 p. c. et a fait, pour ainsi dire, disparaître le sclérème des nouveau-nés (œdème dur de la peau, occasionné par le froid et généralement mortel). Mais s'il est naturel de recourir à la couveuse dans certains cas déter-

(1) Revue médicale de Louvain, 1900, n° 6.

(2) Revue de Thérapeutique médico-chirurgicale, in Journ. d'accouchement de Liége, avril 1900.

minés, il semble que, pour beaucoup de médecins, il n'existe pas de limites bien nettes à la durée de son emploi. Celle-ci dépend-elle de données fournies par le poids ou par la température de l'enfant ? J'ai vu des nouveau-nés placés en couveuse rester plus d'un mois sans modifications de leur poids. J'ai la conviction aujourd'hui que ces enfants, au sortir de la couveuse (trois mois après la naissance, alors qu'ils étaient nés six semaines avant terme), avaient depuis longtemps de bonnes raisons de n'y plus demeurer.

Il faut reconnaître d'ailleurs que trop longtemps la question du poids a dominé celle de la température. Or, le nouveau-né débile a une température qui s'élève et surtout se maintient difficilement au niveau normal. Et cette tendance au refroidissement est susceptible d'engendrer de multiples complications. L'enfant placé dans la couveuse élève sa température d'un degré environ, le premier ou le deuxième jour ; d'un demi-degré le jour suivant; d'un quart de degré ensuite, jusqu'à ce qu'il soit arrivé par des gains graduellement réduits à la température de 37° C. prise dans le rectum. Quand il s'est maintenu à ce niveau pendant deux jours, il est à même de lutter contre la température extérieure et la couveuse lui devient plus nuisible qu'utile.

Quels sont en effet les inconvénients et les dangers de la couveuse ? Nous faisons surtout allusion à la couveuse placée dans un milieu hospitalier. Si ce milieu est sain, la couveuse n'a d'autre inconvénient que celui de sa température élevée ; si ce milieu est infecté, la température de la couveuse donne aux germes qui y pénètrent un surcroît de nocivité. Ce serait une précaution illusoire que celle qui consisterait à filtrer l'air dès son entrée dans la couveuse. Car celle-ci doit être ouverte toutes les deux heures environ pour donner à l'enfant les soins qu'il réclame, et dès lors l'atmosphère de la couveuse se confond avec celle de la chambre.

Y a-t-il avantage pour les nouveau-nés à les faire passer, à l'heure des soins qu'ils exigent, de la couveuse dans une place de chauffe, dont la température serait de 33° C. environ, c'est-à-dire à peu près celle de la couveuse ? Nous ne le pensons pas. D'ailleurs, ces places sont des milieux excellents pour la multiplication des germes ; elles ont une température qui est intolérable pour les nourrices et qui les expose aux refroidissements, quand elles doivent se rendre dans d'autres locaux. Et puis les nouveau-nés supportent très bien un abaissement de la température ambiante, quand on ne doit pas les y exposer trop

longtemps. Nous estimons même, d'après notre observation, que des vêtements chauds et au besoin des bouillottes d'eau chaude suffisent pour empêcher le refroidissement de la surface cutanée et permettre à des enfants faibles de se bien porter même dans un milieu froid.

Nous disions tantôt que nos réflexions visaient surtout le séjour à l'hôpital des nouveau-nés débiles. Nous les croyons presque aussi fondées, quand il s'agit de l'emploi de la couveuse dans les maisons privées. Nous devons reconnaître toutefois qu'un milieu plus salubre d'ordinaire et la surveillance Maternelle remplacent avantageusement ici la chambre d'hôpital et la nourrice mercenaire. Mais pour conclure, nous dirons en deux mots que l'air pur et la chaleur de la peau sont les deux conditions indispensables au développement des nouveau-nés qui ont atteint le niveau normal de la température (1).

Nous ne pouvons terminer ce sujet sans parler de la thèse récemment publiée de M. Bonnaire, médecin à la maternité de l'hôpital Lariboisière à Paris (2). Il préconise l'emploi de la couveuse à atmosphère humide au lieu de la couveuse à atmosphère sèche, par la raison que l'air humide, meilleur conducteur du calorique, réchauffe plus vite, à température moins élevée, les nouveau-nés que l'air sec. Mais il recommande de n'en point prolonger l'usage.

Voici les principales indications qu'il lui reconnaît :

1. L'hypothermie très marquée d'emblée.
2. L'hypothermie qui résiste à l'action de la couveuse sèche.
3. Le sclérème.
4. La diminution du poids de l'enfant malgré l'emploi de la couveuse sèche.
5. La cyanose ou état asphyxique de l'enfant.

La quatrième de ces indications nous semble moins fondée que les autres. Mais nous ne voulons discuter ici ni celle-là ni les autres, par la raison que nous n'avons pas expérimenté la couveuse humide.

Nous ne pouvons toutefois nous dispenser d'insister sur la limitation plus grande encore de l'emploi de cette couveuse, comparativement à celui de la couveuse sèche.

Pour rendre humide l'atmosphère de la couveuse, il suffit de placer des linges trempés dans l'eau bouillante sur les boules

(1) D'après La Revue Médicale de Louvain, nº 5, 1900.
(2) Voir Presse Médicale belge, 18 septembre 1900.

d'eau chaude de la couveuse Tarnier. On les renouvellera toutes les deux heures.

Désinfection des puits par le permanganate de potasse (1). — On cherche d'abord le volume de l'eau contenue dans le puits en multipliant la surface de section par l'épaisseur de la couche d'eau. On verse alors dans le puits autant de litres de solution de permanganate de potasse à 1 p. c. qu'il contient d'hectolitres. On agite l'eau pour faciliter l'homogénéité du mélange. Une demi-heure plus tard, on verse dans le puits un mélange de charbon pilé et de sable fin désinfectés à l'étuve. Ce mélange contient 1/4 de charbon et 3/4 de sable.

Après 3 ou 4 jours, on vide le puits, et si l'analyse ne décèle point de microbes pathogènes, l'eau peut être livrée à la consommation.

Cette désinfection n'est efficace que si la nappe d'eau souterraine n'est point infectée, ni le sol contaminé dans sa profondeur.

Du diagnostic rapide de la rage (2). — Les symptômes ordinairement observés en cas de rage peuvent laisser place au doute quant à la nature de la maladie. Il arrive, en effet, très souvent que l'on croit enragés des animaux qui ne le sont pas. On a donc et depuis longtemps fait des recherches anatomiques pour savoir si l'on ne trouverait pas à l'autopsie une lésion caractéristique, spécifique de la rage. Jusque dans ces derniers temps on peut dire que cette preuve n'existait pas. Babès lui-même reconnaît que les nodules péricellulaires ne sont pas absolument caractéristiques; on peut en dire autant des infiltrations périvasculaires signalées par d'autres auteurs. Mais récemment MM. Van Gehuchten et Nélis de Louvain ont rencontré dans leurs autopsies de chiens et même de personnes ayant succombé à la rage une lésion d'une importance capitale. Observée chez des sujets qui *ont présenté les symptômes de la rage*, elle devient réellement caractéristique. Nous insistons sur l'association des symptômes et de la lésion. Car, d'après certains auteurs, la lésion, à des degrés divers, pourrait être constatée dans d'autres maladies. Cette lésion consiste dans la destruction des cellules nerveuses des ganglions que l'on trouve sur les racines ou le trajet des nerfs cérébro-spinaux et du nerf grand-sympathique.

(1) Le mouvement hygiénique, juillet 1900.
(2) Journal de Neurologie, juillet 1900.

Mais c'est surtout le ganglion du nerf pneumogastrique qui la présente au maximum (ce ganglion est appelé noueux chez les animaux, plexiforme chez l'homme).

On peut donc dire qu'un chien apparemment enragé l'est réellement, s'il présente l'altération manifeste de son ganglion noueux. Mais on ne peut affirmer qu'il ne l'est pas, si cette lésion n'est pas constatable. Il est possible, en effet, qu'elle n'ait pas eu le temps de se produire; et c'est pourquoi il importe, à ce point de vue, de ne pas abattre un animal suspect. Il faut l'empêcher de nuire. Il mourra bientôt, s'il est enragé et alors la lésion ne fera pas défaut.

Chose remarquable, ce sont les chiens qui succombent à la rage dite des rues qui présentent la lésion caractéristique. On ne l'observe pas chez ceux que l'on a inoculés avec du virus des laboratoires, autrement appelé virus fixe. La cause de cette différenciation n'est pas positivement connue. Peut-être faut-il la rapporter aux conditions différentes dans lesquelles se trouvent les chiens errants, finalement épuisés et les chiens de laboratoire forcément captifs.

Peut-être reviendrons-nous dans un prochain bulletin sur ce sujet intéressant et encore à l'étude.

Dr Achille Dumont.

TABLE DES MATIÈRES

DU

DIX-HUITIÈME VOLUME (DEUXIÈME SÉRIE)

TOME XLVIII DE LA COLLECTION

LIVRAISON DE JUILLET 1900

LES PSYCHÉS, par **M. J.-H. Fabre** 5

LES THÉORIES DU SOMMEIL, par le Dr **Surbled** 40

COUP D'ŒIL SUR LA CIVILISATION ASSYRIO-BABYLONIENNE, par le **R. P. A.-J. Delattre, S. J.** 79

LES FANTÔMES ÉLECTROSTATIQUES SUR LES PLAQUES SENSIBLES, par le **R. P. V. Schaffers, S. J.** 125

LA DISSOCIATION PSYCHOLOGIQUE. II. L'HYPNOTISME, par **M. A. Arcelin** 144

LES FERMENTS DE LA CASÉINE ET LEUR RÔLE DANS LA MATURATION DES FROMAGES, par le Dr **M. Henseval** . . . 192

LOUIS HENRY 222

VARIÉTÉS. — I. *Concours décennal des sciences physiques et chimiques* 240

II. *Ventriloquie, nécromancie, divination et prophétisme*, par **C. H.** 250

BIBLIOGRAPHIE. — I. Encyclopädie der Mathematischen Wissenschaften, herausgegeben von H. Burkhardt und. W. F. Meyer. Band I, Heft 4-5. Band II, Heft 2-3, **P. Mansion.** 259

II. Kurzgefasste Vorlesungen über verschiedene Gebiete der höheren Mathematik mit Berücksichtigung der Anwendungen, von Dr. Robert Fricke. Analytisch - Functionentheoretischer Teil, **P. Mansion** 265

III. Vorlesungen über das Pfaffsche Problem und die Theorie der partiellen Differentialgleichungen erster Ordnung von Dr. Eduard von Weber, **P. M.** 268
IV. Précis d'arithmétique élémentaire, par l'abbé E. Gelin, 4e édition, **P. M.** 270
V. Œuvres de Descartes publiées par Charles Adam et Paul Tannery. Correspondance III, janvier 1640-juin 1643, **Georges Lechalas** 272
VI. Traction électrique, par Eric Gérard, **T.** 280
VII. Traité de géologie, par A. de Lapparent. 4e édit., **C. d. l. V. P.** 281
VIII. La face de la Terre, par Ed. Suess, traduit de l'allemand et annoté sous la direction de Emmanuel de Margerie. Tome II, **C. d. l. V. P.** 283
IX. Streifzüge durch die biblische Flora (Excursions à travers la flore biblique), par le R. P. Léopold Fonck, S. J., **C. H.** 284
X. L'Année cartographique, septième supplément, **F. Van Ortroy**. 287
XI. Études industrielles russes. L'Oural, par Maurice Verstraete, **F. Van Ortroy**. 290
XII. Traité méthodique de géographie du Congo, par Ferdinand Goffart, **F. Van Ortroy** 296
XIII. Manuel de l'explorateur, par E. Blim et M. Rollet de l'Isle, **F. Van Ortroy**. 298
XIV. Ile de Ceylan, par le R. P. J. B. Van der Aa, S. J., **F. Van Ortroy** 299

REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES.
PHYSIQUE, par **J. B. S. J.** 301
ENTOMOLOGIE, par **M. Fernand Meunier**. 318
GÉOGRAPHIE, par **M. F. Van Ortroy** 324

CORRESPONDANCE : LETTRE DE M. LE Dr LALOY 337
RÉPONSE DU R. P. FR. DIERCKX, S. J. . 338